

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS SOCIALES Y EFECTOS AMBIENTALES DEL**  
**CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA**

PLAN DE TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERAS EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**AUTORAS:**  
**DANIELA ESTEFANÍA CÓRDOVA VACA**  
**JANETH ELIZABETH GÓMEZ TERÁN**

**ENERO 2021**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO	
CÉDULA:	100377899-8
NOBRES Y APELLIDOS:	Daniela Estefanía Córdova Vaca
DIRECCIÓN:	La Victoria, Jorge Guzmán Rueda 2-43 y Rosa Andrade Larrea.
EMAIL:	danny21_2011@hotmail.com
TELÉFONO FIJO Y MÓVIL:	062615283      0995381392

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación de las causas sociales y efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira.
AUTOR (ES):	Daniela Estefanía Córdova Vaca Janeth Elizabeth Gómez Terán
FECHA:	08 de enero 2021
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Darío Paúl Arias MSc.

**VISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

## 2. CONSTANCIAS

La autora Daniela Estefanía Córdova Vaca, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de enero del 2021.

**LA AUTORA:**



---

**Daniela Estefanía Córdova Vaca**

**VISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

**I. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>	
CÉDULA:	100415723-4
NOBRES Y APELLIDOS:	Janeth Elizabeth Gómez Terán
DIRECCIÓN:	Natabuela, Panamericana Norte (Sector el cruce).
EMAIL:	jegomez@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO Y MÓVIL:	062551535      0984599906

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
TÍTULO:	Evaluación de las causas sociales y efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira.
AUTOR (ES):	Daniela Estefanía Córdova Vaca Janeth Elizabeth Gómez Terán
FECHA:	08 de enero 2021
<b>SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	
PROGRAMA:	<b>PREGRADO</b> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Darío Paúl Arias, MSc.

**VISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

## **CONSTANCIAS**

La autora Janeth Elizabeth Gómez Terán, manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de enero del 2021.

**LA AUTORA:**



---

**Janeth Elizabeth Gómez Terán**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13  
Ibarra-Ecuador

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Dario Paúl Arias MSc., director del trabajo de titulación desarrollado por las señoritas estudiantes Daniela Estefanía Córdova Vaca y Janeth Elizabeth Gómez Terán.

**CERTIFICA**

Que, el proyecto de tesis de grado titulado "EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS SOCIALES Y EFECTOS AMBIENTALES DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA", ha sido realizado en su totalidad por las señoritas Daniela Estefanía Córdova Vaca y Janeth Elizabeth Gómez Terán, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingenieras en Recursos Naturales Renovables. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Ing. Dario Paúl Arias MSc.  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**VISIÓN INSTITUCIONAL:** Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

## AGRADECIMIENTOS

*Expresamos nuestra sincera gratitud a Dios, por brindarnos sabiduría, entendimiento y fuerza a lo largo de nuestra formación profesional y así poder alcanzar nuestros sueños.*

*Hoy sabemos que sin él nada es posible.*

*Agradecemos a nuestros padres, quienes fueron nuestra motivación y han sido un apoyo incondicional. Gracias a su esfuerzo, dedicación y trabajo hemos culminado nuestra carrera.*

*Infinitas gracias a nuestro director de tesis Ing. Darío Paúl Arias MSc., quien ha sido guía en nuestro proceso de formación brindándonos tiempo e impartiéndonos conocimientos, apoyo, dedicación y herramientas necesarias para alcanzar los objetivos de esta investigación.*

*A Ing. Melissa Layana MSc. y Dr. José Alí Moncada PhD., por brindarnos su asesoría y guía para el desarrollo y culminación de la investigación, demostrando ser unos excelentes profesionales.*

*A nuestra querida amiga Jazmín Ortega, con quien formamos lazos fuertes de amistad y juntas vivimos experiencias inolvidables. Gracias por esa amistad leal e incondicional.*

***Daniela y Janeth.***

## **DEDICATORIA**

*Primero a Dios, dedico este trabajo por haberme iluminado y llevado por el camino correcto y lograr esto.*

*También, quiero dedicar este logro a mis amados padres Claudia y Fernando, que han sido los pilares fundamentales y mis guías a lo largo de este camino, inculcándome valores y principios que me han hecho ser una mejor persona. A ellos, que con su esfuerzo arduo y continuo han logrado sacar adelante a nuestra familia.*

*A mis hermanas Fernanda y María José, que han sido gran apoyo y mi inspiración para lograr alcanzar esta meta, creyendo en mi capacidad de ser una gran profesional. A ellas, que han sido mis compañeras de vida, quiero que sepan que todo es por ellas y para ellas.*

*A mi hermano que está en el cielo, mi Jhon, quiero dedicarle este trabajo y agradecerle por siempre creer en mí y ahora que ya no está conmigo, quiero decirle que siempre le llevo en mi corazón.*

*A mi Mari Cris y mi Otniel, que son personas importantes en mi vida, que me brindaron apoyo incondicional en cada momento.*

***Con mucho amor, Daniela.***

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo a Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este punto tan importante de mi formación profesional.*

*A mis padres Luis Gómez y Fanny Terán quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mis hermanos Carmita y José Luis Gómez por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, porque con su ayuda, oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y me acompañan en el cumplimiento de mis sueños y metas.*

*A mi hija Sofía por ser mi motivación de cada día, por enseñarme que su cariño y alegría son el detonante de mi felicidad, de mi esfuerzo y de mis ganas de buscar un futuro mejor para las dos.*

**Janeth.**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Revisión de Antecedentes o Estado del Arte .....	1
1.2. Problema de investigación y justificación .....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.4. Preguntas directrices de la investigación .....	5
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Marco teórico referencial.....	6
2.1.1. Cuenca hidrográfica .....	6
2.1.2. Herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica para caracterización de cuencas hidrográficas.....	7
2.1.3. Cambio de uso de suelo .....	8
2.1.4. Diferencias entre cobertura vegetal y uso de suelo.....	10
2.1.5. Enfoques lineales y su aplicación en el análisis del cambio de uso de suelo .....	11
2.1.6. Causas sociales del cambio de uso de suelo (efectos sociales y ambientales) .....	13
2.1.7. Planeación estratégica .....	17
2.2. Marco Legal .....	19
2.2.1. Constitución del Ecuador 2008.....	19
2.2.2. Convenios internacionales .....	20
2.2.3. Leyes orgánicas .....	20
2.2.4. Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017- 2021).....	21
METODOLOGÍA.....	22

<b>3.1. Descripción del área de estudio</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1.1. Diagnóstico del medio físico</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1.2. Diagnóstico Social</b> .....	<b>23</b>
<b>3.2. Métodos</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.1. Etapa 1.</b> Identificación de las causas sociales del cambio de uso de suelo para el período de veinte años (1996-2018) en la cuenca del río Mira, se dividió en dos pasos metodológicos: .....	<b>24</b>
3.2.1.1. <i>Determinación del cambio de uso de suelo para el periodo 1996-2018</i> .....	24
3.2.1.2. <i>Aplicación del coeficiente Kappa para el análisis de precisión y exactitud de la clasificación supervisada en la cuenca del río Mira</i> .....	26
3.2.1.3. <i>Identificación de las causas sociales que conllevan al cambio de uso de suelo</i> .....	27
<b>3.2.2. Etapa 2.</b> Determinación de los efectos ambientales del cambio de uso de suelo de la cuenca del río Mira. ....	<b>30</b>
<b>3.2.3. Etapa 3.</b> Proponer estrategias para el ordenamiento territorial con el fin de mitigar los efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira. .	<b>33</b>
<b>3.3. Diagrama de flujo</b> .....	<b>35</b>
<b>3.4. Materiales y equipos</b> .....	<b>36</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>37</b>
4.1. <i>Cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira de los años 1996-2018</i> .....	37
4.2. <i>Causas sociales identificadas del cambio de uso de suelo</i> .....	39
4.3. <i>Efectos ambientales del cambio de uso de suelo</i> .....	50
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>58</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>60</b>
<b>ANEXO 1</b> .....	<b>80</b>
<b>ANEXO 2</b> .....	<b>83</b>
<b>ANEXO 3</b> .....	<b>89</b>
<b>ANEXO 4</b> .....	<b>96</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Número de habitantes por cantón .....	24
<b>Tabla 2.</b> Valorización del coeficiente de Kappa.....	27
<b>Tabla 3.</b> Principales variables de entrevistas a expertos.....	28
<b>Tabla 4.</b> Conductores próximos y causas subyacentes del cambio de uso de suelo .....	29
<b>Tabla 5.</b> Importancia de las coberturas vegetales .....	30
<b>Tabla 6.</b> Resumen de la información de nivel de importancia de coberturas .....	31
<b>Tabla 7.</b> Valores Evi .....	32
<b>Tabla 8.</b> Esquema Presión – Estado - Respuesta .....	34
<b>Tabla 9.</b> Definición de sectores en cuanto a pendiente y cambio de uso de suelo .....	34
<b>Tabla 10.</b> Materiales y equipos.....	36
<b>Tabla 11.</b> Cambio de uso de suelo neto absoluto 1996 - 2018 .....	37
<b>Tabla 12.</b> Activiades económicas más significativas del cambio de uso del suelo .....	40
<b>Tabla 13.</b> Factores que influyen en el cambio de uso de suelo en la actualidad y en el futuro .....	41
<b>Tabla 14.</b> Causas, agentes y factores que influyen en el cambio de uso de suelo .....	42
<b>Tabla 15.</b> Acciones reguladoras del cambio de uso de suelo .....	43
<b>Tabla 16.</b> Sectores económicos .....	45
<b>Tabla 17.</b> Causas sociales subyacentes y conductores próximos del cambio de uso de suelo .....	47
<b>Tabla 18.</b> Efectos ambientales del año 1996 .....	51
<b>Tabla 19.</b> Efectos ambientales del año 2018 .....	51
<b>Tabla 20.</b> Diseño de estrategias a través del modelo Presión – Estado - Respuesta.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la cuenca media alta del río Mira.....	22
<b>Figura 2.</b> Interfaz del Portal Earth Explorer .....	25
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo .....	35
<b>Figura 4.</b> Cambio de uso de suelo para el período 1996 - 2018 .....	38
<b>Figura 5.</b> Mapa de sectores identificados .....	54
<b>Figura 6.</b> Mapa de pendientes.....	55

## RESUMEN

### EVALUACIÓN DE LAS CAUSAS SOCIALES Y EFECTOS AMBIENTALES DEL CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO MIRA.

Daniela Córdova y Janeth Gómez.

El reemplazo de coberturas naturales a causa del incremento de actividades antrópicas ha generado cambio de uso de suelo, por lo cual, la presente investigación tuvo como objetivo Evaluar las causas sociales y efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca media-alta del río Mira ubicada en el norte del Ecuador. Para ello, se realizaron entrevistas a actores claves en diferentes niveles jerárquicos como: representantes de comunidades, sectores económicos y gobiernos locales. Posteriormente se determinaron los cambios de cobertura mediante un análisis multitemporal de dos imágenes satelitales LANDSAT. Además, mediante el índice de calidad ambiental se identificaron los efectos ambientales en el territorio para el período 1996-2018. Posteriormente, se aplicó la metodología Presión-Estado-Respuesta, donde como indicadores de “presión” se utilizó a los factores impulsores del cambio de uso de suelo, como indicadores de “estado” se usaron los cambios que subsisten en la cobertura y como indicadores de “respuesta” se diseñó estrategias de uso sustentable de suelo. Como resultado se identificaron impulsores del cambio a los factores: demográficos, económicos, institucionales, tecnológicos y culturales. Para el período 1996-2018, se determinaron cambios de cobertura como reducción de bosques (7.91%) y vegetación arbustiva (14.21%) a causa del aumento de pastos (0.61%) y cultivos (21.99%). Se determinó efecto ambiental negativo sobre las coberturas bosques, páramos y vegetación arbustiva, disminuyendo en un 2.72% la calidad del territorio. Las estrategias en base a los impulsores del cambio y al estado actual del territorio son: Restauración ecológica en zonas degradadas, Política de desarrollo rural para reducir la migración, Optimización tecnológica agrícola, Regulación de desarrollo urbano, avance agrícola y minero, Prácticas de conservación de suelo y agua, Fortalecimiento de asociaciones agrícolas y Educación Agroambiental.

**PALABRAS CLAVES:** Cambio de uso de suelo, efectos ambientales, coberturas, uso de suelo, estrategias.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF THE SOCIAL CAUSES AND ENVIRONMENTAL EFFECTS OF THE CHANGE OF LAND USE IN THE MIRA RIVER BASIN.

Daniela Córdova y Janeth Gómez.

The replacement of natural covers due to the increase in anthropic activities has generated changes in land use. The present research aimed to evaluate the social causes and environmental effects of the change in land use in the upper-middle basin of the Mira river located in the north of Ecuador. Interviews were conducted with key actors at different hierarchical levels such as: representatives of communities, economic sectors and local governments. Subsequently, the changes in coverage were determined by means of a multitemporal analysis of two LANDSAT satellite images. In addition, through the environmental quality index, the environmental effects in the territory were identified for the period 1996-2018. The Pressure-State-Response methodology was applied, where the drivers of land use change were used as indicators of *pressure*, the changes that persisted in coverage were used as indicators of *state* and strategies for sustainable land use were designed as indicators for *response*. As a result, drivers of change were identified as factors: demographic, economic, institutional, technological and cultural. For the period 1996-2018, changes in coverage were determined such as reduction of forests (7.91%) and shrub vegetation (14.21%) due to the increase of pastures (0.61%) and crops (21.99%). A negative environmental effect was determined on the cover of forests, moors and shrub vegetation, decreasing the quality of the territory by 2.72%. The strategies based on the drivers of change and the current state of the territory are: ecological restoration in degraded areas, rural development policy to reduce migration, agricultural technological optimization, regulation of urban development, agricultural and mining progress, conservation practices of soil and water, strengthening of agricultural associations and agro-environmental education.

**KEY WORDS:** Land use change, environmental effects, coverage, land use, strategies.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Revisión de Antecedentes o Estado del Arte

A lo largo de la historia, los cambios en las coberturas vegetales naturales, producto de las actividades humanas que transforman el uso principal del suelo y la funcionalidad de las estructuras ecosistémicas (Wanga, et al., 2018), generan disturbios en el sistema y modifican ambientes a nivel local y global (Anand, et al., 2018). Los cambios de uso de suelo son considerados procesos de origen social y están definidos por interacciones del tiempo y el espacio en conjunto con factores biofísicos como suelo, clima y topografía (Rosete et al., 2008). Sin embargo, se menciona al cambio de uso de suelo como el único factor de esta perturbación a la composición y configuración espacial de los elementos del paisaje a los factores sociales como: población, densidad, economía y productividad, nivel educativo y etnias (Heynen, et al., 2006; Dobbs, et al., 2017).

A nivel nacional e internacional, el incremento de zonas urbanas en ambientes naturales ha generado cambios en la estructura y composición del suelo afectando principalmente a los servicios ecosistémicos (Moscoso, 2007). Las modificaciones en las características del suelo han sido en gran medida por actividades de la sociedad, el crecimiento de la frontera agrícola y la producción agropecuaria (Tiria, et al., 2018). El informe técnico sobre el estado mundial del recurso suelo, realizado en el 2015 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, menciona que el suelo se encuentra mundialmente en una condición aceptable, pobre o muy pobre. Dentro de las amenazas que este presenta está la erosión, pérdida de carbono orgánico y el desequilibrio desmesurado de los nutrientes (Wani y Garg, 2009). Las expectativas a largo plazo de este recurso serán cada vez más agravantes a menos que tanto las organizaciones gubernamentales, internacionales públicas o privadas como la población tomen medidas y acciones favorables para dar una gestión sostenible del suelo (Molina y Núñez, 2017).

El suelo es un recurso fundamental en donde se desarrolla la vida en la Tierra, el incremento de las actividades antrópicas sobre este recurso genera problemas ambientales como el eminente aumento de la pobreza (Ponce, 2010). La importancia que este recurso

tiene ante las poblaciones es elevada, sin embargo, la sociedad no ha generado la atención necesaria del mismo. En un futuro el deterioro del suelo sería una amenaza, por tal motivo a nivel mundial científicos han implementado estudios que ayuden a identificar la calidad del suelo y sus indicadores, para desarrollar estrategias de sostenibilidad que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las generaciones futuras (Bautista, et al., 2004).

En América Latina y el Caribe las causas del cambio de uso de suelo son el crecimiento poblacional, bajo desarrollo económico y la falta de acciones político-institucionales en beneficio de la comunidad (Escandón, et al., 2009). Actualmente el suelo se encuentra en estado muy productivo hasta poco fértil con potencial agrícola para la tierra, sin embargo, una gran parte de este territorio se encuentra en selva tropical lluviosa donde la deforestación, la erosión, pérdida de biodiversidad, compactación y contaminación del suelo son las principales causas de degradación, factores que alteran las funciones del ecosistema (Mekonnen, et al., 2018).

En países como Chile y México, el cambio de uso de suelo con actividades agrícolas inadecuadas, sobre pastoreo, urbanización y la explotación severa de los recursos naturales ha generado pérdidas de flora y fauna perturbando principalmente a los bosques y selvas (Trucíos, et al., 2013). A nivel local, estas perturbaciones provocan la pérdida y degradación del suelo generando cambios en la dinámica del clima disminuyendo la biodiversidad, a nivel regional se producen afectaciones en el normal funcionamiento de las cuencas hidrográficas y zonas pobladas (Ibarra, et al., 2011).

En Ecuador, en los últimos tiempos se ha evidenciado cambios bruscos en la cobertura vegetal natural y actividades sobre el suelo como es el avance de la frontera agrícola reemplazando las zonas naturales por cultivos, conjuntamente con el incremento desordenado de los predios urbanos y rurales en zonas con potencial agrícola (Pinos, 2016). Los efectos de la deforestación en la producción de caudales del río Mira y la variabilidad hídrica se genera debido a la pérdida de bosque, de esta forma se determina que existe relación entre el cambio de uso de suelo y los efectos ambientales (Endara, 2018).

## **1.2. Problema de investigación y justificación**

El suelo es un recurso de la naturaleza que provee de soporte alimenticio y económico a las comunidades donde se realizan actividades productivas para abastecer las necesidades de la población, la calidad del suelo ha sido perturbada por acciones antrópicas reemplazando parcial o totalmente la vegetación nativa, es así que se altera el rendimiento de los ecosistemas (Cure, 2012). La sociedad, tanto a nivel regional como local ha influenciado en el cambio de uso de suelo por medio de factores demográficos, económicos y sociales, que provoca deterioro ambiental y pérdida de biodiversidad, por tal motivo, se identifica y analiza los procesos actuales que conllevan a este cambio no regulado (López, et al., 2014).

Wu (2008) afirma que las principales causas que generan este problema ambiental son: la pobreza ya que impide satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos provocando así una mala calidad de vida, la falta de cultura ambiental por desconocimiento de técnicas de manejo de los recursos naturales generando una gestión inadecuada. También, este desconocimiento provoca tanto la deforestación como la expansión de la frontera agrícola que buscan la superación económica de particulares mas no de las comunidades en la zona de estudio (Delgado, et al., 2017). Cabe mencionar que el incremento de los asentamientos humanos urbaniza zonas con aptitudes específicas de conservación y producción (Alvarado, y Rodríguez, 2013).

Por tal razón, el constante cambio de uso de suelo proviene de causas sociales y genera efectos ambientales como: deslizamientos que afectan a las actividades productivas y las propiedades privadas causando daños a la infraestructura y pérdidas económicas (Pozo, 2017), pérdida de biodiversidad, fragmentación de hábitats, erosión (García, et al., 2012) y desertificación del suelo disminuyendo su capacidad productiva con el riesgo de sufrir un cambio radical en su funcionalidad (Pineda, 2011). Se incrementa el nivel de suelos compactados perdiendo espacios aptos para la producción donde se ve afectada la comunidad por la disminución de recursos (Briassoulis, 2013). Para analizar el territorio es necesario tomar en cuenta los aspectos sociales y naturales como conjunto integrado, los cuales están relacionados directamente, de forma dinámica y en constante transformación a lo largo del tiempo, lo cual ocasiona conflicto entre el uso de suelo y las actividades realizadas en el mismo (Ponce, 2010).

Actualmente el uso incorrecto de la tierra con actividades productivas y malas prácticas de manejo del suelo está influenciado por el crecimiento económico y urbano en las comunidades que han generado cambios en la productividad, fertilidad del mismo y una fuerte degradación ambiental. El presente estudio procura evaluar los motivos sociales que provocan estos cambios e identificar las actividades antrópicas generadas en el suelo debido a que están directamente relacionadas con la degradación del recurso, además se pretende comprender los efectos ambientales que se producen debido al uso incorrecto de este recurso ambiental.

El manejo sostenible del suelo beneficiará a las comunidades tanto para el desarrollo económico a corto, medio o largo plazo. Las buenas políticas gubernamentales ayudan a disminuir las amenazas de riesgos naturales sobre la población del área de estudio, gracias a las herramientas tecnológicas innovadoras se puede analizar espacios con diferentes aptitudes del suelo y mediante mapas identificar los posibles conflictos socio-naturales. La presente investigación forma parte del macro proyecto “Efectos del cambio de uso del suelo con riesgos a deslizamientos en la cuenca del río Mira” y pretende dar soluciones a los efectos ambientales.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. *Objetivo general***

Evaluar las causas sociales y efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca media-alta del río Mira con el fin de generar estrategias para el ordenamiento territorial.

#### **1.3.2. *Objetivos específicos***

- Identificar las causas sociales del cambio de uso de suelo para el período de veinte años (1996-2018) en la cuenca del río Mira.
- Determinar los efectos ambientales del cambio de uso de suelo de la cuenca del río Mira.

- Proponer estrategias para el ordenamiento territorial con el fin de mitigar los efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira.

#### **1.4. Preguntas directrices de la investigación**

¿Cuáles son las causas sociales del cambio de uso de suelo de la cuenca media - alta del río Mira?

¿Cuáles son los efectos ambientales del cambio de uso de suelo de la cuenca media-alta del río Mira?

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Marco teórico referencial**

El marco teórico referencial permite recopilar información de investigaciones previas con un mismo lineamiento de estudio. Por lo tanto, es la base teórica de referencia que permite comprender el problema y sus principales aspectos de detalle en toda su extensión para tener un entendimiento eficaz del tema a investigar.

##### **2.1.1. Cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica es una unidad de territorio en la cual la precipitación captada se dirige por la línea divisoria que desarrolla un sistema del recurso hídrico superficial, donde se concentran los caudales para llegar a formar un río principal los cuales desembocan en lagos o mares (Hanumantha, 2000). Para Wani y Garg (2009) una cuenca hidrográfica es un área delimitada por una línea divisoria de drenaje que conforma un sistema hídrico, el líquido vital es conducido hacia un río, un lago o al mar, cada afluente posee una cuenca hidrográfica asociada en donde las microcuencas se unen para convertirse en cuencas más grandes. Además, Gaspari et al. (2013) mencionan que es una unidad espacial compuesta por varios factores entre estos bióticos y abióticos que actúan de forma dinámica entre sí.

Las cuencas hidrográficas al ser una fuente que capta la precipitación y ser un sistema donde interactúan los elementos físicos, biológicos, sociales, económicos y políticos es la base para el desarrollo de actividades antrópicas que corre el riesgo de ser propensos a inundaciones, sequías o fenómenos naturales (Aragón, 2015).

### **2.1.2. Herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica para caracterización de cuencas hidrográficas**

Los sistemas de información geográfica (SIG) son sistemas que se enmarcan en la gestión de datos obtenidos espacialmente, los cuales hacen de estos una herramienta informática de utilidad para la investigación y el trabajo profesional en cuanto a ciencias de la tierra y ciencias ambientales (Burrough, et al., 2000). Además, los sistemas de información geográfica en la actualidad se han convertido en una tecnología que permite crear, organizar y manipular de forma simultánea datos geográficos, así como también estos ayudan en el análisis multicriterio de dicha información con el fin de obtener datos que ayuden a tomar decisiones en cuanto al espacio geográfico, también los SIG ayudan a crear bases de datos con datos espaciales (Aronoff, 1989).

La teledetección analiza y estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de ondas electromagnéticas, esta ciencia se basa en la identificación y el análisis de materiales de la superficie terrestre y los fenómenos que pueden surgir en el territorio a través de firmas espectrales (Sacristán, 2006). También Pérez y Muñoz (2006) definen a la teledetección como un procedimiento o técnica de adquisición de alguna información, sin embargo, es entendida como una técnica la cual captura, trata y analiza imágenes obtenidas de satélites.

Es importante aclarar que la teledetección permite obtener imágenes satelitales las cuales pueden ser analizadas a través de los Sistemas de Información Geográfica para examinar de manera automatizada los cambios que ocurren en el territorio en amplios períodos de tiempo. Las técnicas de teledetección aplicadas en conjunto con los SIG identifican, estudian y analizan los cambios de las coberturas terrestres, de la misma manera han generado un avance de detalle y extracción de clases espectrales e informacionales de una determinada área de estudio (Cárcamo y Rejas, 2015).

La afinidad que existe entre la teledetección y Sistemas de Información Geográfica permite desarrollar investigaciones en un mismo entorno de trabajo y comparar similitudes entre hardware y software (Arenas, et al., 2011). Las dos herramientas tecnológicas generan información espacial georreferenciada de la cual se obtiene

conclusiones relevantes desde el punto medioambiental y de planificación territorial (Mena, et al., 2006).

En los últimos años el uso de herramientas tecnológicas como el SIG sistemas de información geográfica ayudan al estudio de las ciencias geológicas y con eso a la caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas que contribuyen a la evaluación cualitativa y cuantitativa de coberturas y usos de suelo (Aronof, 1989). Dentro de este contexto en los últimos años se ha realizado estudios para estimar el escurrimiento superficial hacia ríos y corrientes en cuencas hidrográficas con pocos datos o sin ellos gracias a los sistemas de información geográfico que economizan tiempo y procesos (Hammouri y Naqa, 2007).

Otros usos de los Sistemas de Información Geográficas determinan la recarga de agua superficial y subterránea mediante modelos de balance hídrico en cuencas hidrográficas, de esta forma se identifica la variación en las recargas de agua que dependen del uso y tipo de suelo distribuido en la cuenca (Kiusi y Naqa, 2013). Además, los sistemas de información geográfica se usan para la identificación de áreas con conflicto de uso de suelo tanto a nivel local o regional, mismas que arrojan información necesaria para el ordenamiento territorial (Buzai y Principi, 2017).

### **2.1.3. Cambio de uso de suelo**

Según Trucíos et al. (2013) define al suelo como un medio importante para el desarrollo de la vida, en donde las plantas obtienen nutrientes necesarios para el desarrollo. Se define también como tierra fina acumulada que cubre la superficie terrestre y resulta de la meteorización de rocas y es transportado por el agua o el viento que presenta características físico- químicas y biológicas (Ullmann, et al., 2006). Es sustancial mencionar que el conocimiento de las características físicas, biológicas, morfológicas y químicas son de gran importancia para realizar las actividades que se desee implementar. También, Escandón et al. (2009) se refieren al suelo como uno de los recursos naturales muy importante que posee la naturaleza del cual los organismos dependen para desarrollar sus actividades.

El suelo se forma a partir de factores que interactúan entre sí como el clima, topografía,

organismos vivos y tiempo para el desarrollo de las plantas y animales lo cual es importante dar un manejo adecuado para que este recurso sea renovable (Fierro y Jiménez, 2011). De igual forma, Aragón (2015), hace referencia al suelo como un sistema vivo que es complejo y dinámico el cual forma parte integrada de ecosistemas y sus procesos naturales como es el intercambio de energía entre organismos vivos, movimientos y transformación del agua, carbono y nutrientes como también la dinámica de las cadenas tróficas, entre otros.

El suelo, como recurso natural renovable que provisiona diversos servicios ecosistémicos a la humanidad y que participa directamente en ciclos biogeoquímicos como el carbono, nitrógeno, fósforo (Burbano-Orjuela, 2016). La función del suelo es suministrar materias primas, además de encargarse del almacenamiento de carbono y del patrimonio geológico, su importancia radica en contribuir en la reserva de agua y conservación de la biodiversidad (FAO, 2015). El correcto uso del suelo constituido por su cobertura y características específicas del suelo, los dos son factores propulsores del cambio en los ecosistemas (Cegielska, et al., 2018).

El uso del suelo es un sistema socio-ecológico complejo que se adapta a las necesidades del ser humano (Berkes, et al., 1998) que se modifica gradualmente por la interacción constante del sistema físico, necesidades e individuos (Verburg, et al., 2015). Particularmente, la cobertura del suelo hace referencia al tipo al tipo de vegetación de la tierra como bosques, vegetación arbustiva, cultivos, entre otros (NOAA, 2015).

Las actividades antrópicas y el ineficaz uso de suelo afectan al medio ambiente y por consecuente forman fuentes de cambio, los cuales se ven conectados con las modificaciones de la cobertura del suelo (Combalicer, et al., 2011). Hacen referencia a los atributos biofísicos de la superficie del territorio con el uso actual del suelo mediante las actividades realizadas por los humanos que alteran de forma directa al medio físico (Salazar, 2015).

Se define cambio de uso de suelo a la eliminación parcial o total de la vegetación nativa para destinarlos a actividades antrópicas (Pineda, 2011). También, los cambios producidos en el suelo en base al uso se dan por la variación del territorio gracias al uso desarrollado en el mismo; es decir, que existen distintos usos en una misma unidad de

estudio, este cambio afecta a nivel mundial por la deforestación y degradación produciendo un desequilibrio en los ecosistemas (Rosero, 2017).

Salazar (2015) define al cambio de uso de suelo como un resultado que se obtiene de la combinación de algunos factores que afectan de forma directa o indirecta en las decisiones que toma el propietario de una superficie de suelo sobre la utilización del terreno para su desarrollo económico. De igual manera, el cambio de uso de suelo es un problema que se ha venido dando desde tiempos precolombinos lo cual en las últimas décadas este cambio se ha incrementado drásticamente mostrando un panorama no adecuado a nivel mundial (Ibarra, et al., 2011).

El uso de suelo y los cambios que se han generado en la misma se han definido por la interacción del hombre con la cobertura vegetal que lo rodea siendo las presiones de la industria, la tecnología y principalmente los factores socio-económicos las principales causas (Bunce, et al., 1992). En base a lo antes mencionado se ha definido al cambio de uso de suelo como actividades humanas desmesuradas sobre el recurso que altera la dinámica natural del suelo y en consecuencia la disponibilidad de recursos naturales para las generaciones futuras (Roy y Roy, 2010).

#### **2.1.4. Diferencias entre cobertura vegetal y uso de suelo**

La cobertura vegetal y el uso del suelo están directamente relacionados, pero al mismo tiempo la afectación que se le da es un problema para el desarrollo a nivel económico de las poblaciones. La cobertura del suelo hace referencia a dos términos diferentes como es la cobertura vegetal y el uso del suelo. La cobertura vegetal se refiere a todos los aspectos que presenta el suelo ya sean originados naturalmente o antrópicamente, lo cual engloba la fisonomía y su composición que tiene una modelación espacial de forma continua o discreta. Respecto al uso del suelo se denomina a los tipos de ocupación o forma de utilizar el suelo de manera temporal o permanente realizada por el hombre (Rodríguez, 2011).

Aragón (2015), señala que el uso de suelo es la ordenación de los elementos en cuanto a actividades humanas y regionales divididas por sectores o zonas en función de características homogéneas del territorio. Para que el suelo alcance una gran eficacia en

su utilización se debe evitar obstrucciones entre las actividades tomando en cuenta la preferencia y bienestar de las poblaciones (Bautista, et al., 2004).

Para el entendimiento del cambio de uso de suelo es importante comprender distintas definiciones que se relacionan al mismo, tal es el caso de una cuenca hidrográfica que es la delimitación del sistema hídrico donde se realiza estos cambios y que podrán ser analizados gracias al avance de la tecnología y al uso de herramientas de teledetección como los sistemas de información geográfica (Arenas, et al., 2011). De esta manera se recopilan datos del espacio geográfico por medio de imágenes satelitales que permiten analizar cambios en la superficie terrestre a lo largo del tiempo, contribuye también en la toma de decisiones dentro planificación territorial, y permite identificar recarga de agua superficial y subterránea con la menor cantidad de tiempo y facilitando procesos (Trucíos, et al., 2013). Por otro lado, es importante destacar al lugar donde se desarrolla la vida “el suelo” y la importancia del uso antrópico adecuado del mismo para garantizar la permanencia del recurso, los cambios que se han generado en el uso de suelo y en la pérdida de cobertura vegetal natural han sido producto de las actividades humanas en búsqueda de un desarrollo económico (Bocco, et al., 2001).

#### **2.1.5. Enfoques lineales y su aplicación en el análisis del cambio de uso de suelo**

Sin duda existe una diferencia de pensamientos en relación al futuro del medio ambiente y de las generaciones siguientes con el beneficio social y crecimiento económico en base a la explotación de recursos naturales. Para alcanzar el objetivo que reúna dichas características es importante un enfoque holístico que incluya aspectos ambientales, económicos y socialmente participativos en el manejo de recursos en este caso el suelo (Restrepo y Alviar, 2013).

Montero y Viales (2015) mencionan que el estudio de los cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo se debe realizar mediante un análisis que integre componentes biofísicos, ambientales, económicos, sociales y políticos que serán quienes revelen el cambio del paisaje por medio del enfoque “Land-Use and Land-Cover-Change” (LUCC). Este enfoque permite identificar los factores responsables al cambio de uso de suelo por medio de imágenes satelitales por medio de un monitoreo espacial. En general, si los cambios se presentan en paisajes naturales las principales afectaciones están dadas por factores biofísicos, mientras que si los cambios muestran domesticación el humano es el factor

causante por medio de actividades productivas.

El uso y aplicación de técnicas de detección remota y de Sistemas de Información Geográfica han permitido mejorar la visualización de los cambios en el uso de suelo y cobertura natural (Halmy, et al., 2015; Lambin, et al., 2001; Rui, et al., 2018). El análisis se ha realizado mediante dos enfoques: análisis de píxeles y el análisis de objetos (GEOBIA) (Tource, et al., 2018) se sustenta en la clasificación de imágenes satelitales a escala múltiple principalmente con la finalidad de reducir la apariencia de categorías pequeñas y poco visibles (Hay y Castilla, 2008). Según Stow (2009) enfatiza al enfoque por medio de dos métodos 1) el método basado en la separación espacial de mapas de cobertura y uso del suelo relacionándolas en tablas cruzadas, de esta manera posteriormente compara las clasificaciones y 2) las capas temporales son analizadas a través del fraccionamiento por diferentes fechas donde los resultados se clasifican como transformación de coberturas de uso de suelo, o como ningún cambio. Es así, que los dos enfoques antes mencionados evolucionan conjuntamente con la ayuda de la base de la tecnología aportando una mejor resolución espacial de las imágenes satelitales, por tal motivo, en un futuro se presume adquirir clasificaciones más precisas gracias a la resolución espacial y espectral de los satelitales más frecuentes como LANDSAT (Toure, et al., 2018) como consecuencia el perfeccionamiento de nuevas y mejores imágenes satelitales.

El estudio del cambio de uso de suelo ha sido comprendido desde diferentes enfoques que lo interpretan de diferente manera es así que el enfoque holístico relaciona aspectos ambientales, económicos, y participación social para el correcto manejo del suelo (Restrepo y Alviar, 2013). Dentro del mismo contexto, pero incluyendo aspectos como biofísicos y políticos está el enfoque “Land-Use and Land-Cover-Change” (LUCC) donde es clave el manejo de imágenes satelitales para determinar los cambios ambientales e interpretar las afectaciones en coberturas naturales (Montero y Viales, 2015). Mediante el uso de las imágenes satelitales se analizan dos enfoques: análisis de píxeles y análisis de objetos, el primero relaciona tablas cruzadas con mapas de cobertura y uso de suelo y el segundo con capas temporales y fraccionamiento por diferentes fechas (FAO, 2003).

De igual manera se identifica enfoques de programa para análisis de cambio de suelo basados en el manejo del suelo a nivel del agricultor que se enfoca en mejorar los

conocimientos de estrategias y nuevas tecnologías aplicables a la conservación del recurso suelo donde exista un beneficio mutuo tanto para el agricultor como para la conservación del medio ambiente (FAO, 2003).

Todos los enfoques tienen su nivel de importancia, pero al escoger el que mejor se adapte a los resultados que se desea obtener se debe tomar en cuenta su rapidez, eficiencia y precisión al momento de aplicarlo para el análisis del cambio de uso de suelo por las características antes mencionadas se destaca “Land-Use and Land-Cover-Change” (LUCC).

#### **2.1.6. Causas sociales del cambio de uso de suelo (efectos sociales y ambientales)**

El cambio de uso de suelo surge como resultado complejo de la interacción de factores ambientales, socioeconómicos e institucionales (Demissie, et al., 2017; Turner, et al., 1994; Turner et al., 1995; Lambin y Geist, 2006; Li, et al., 2009) y se refieren a la modificación humana de la superficie de la tierra resultado de actividades antrópicas (Demissie, et al. 2017). Este puede presentar resultados positivos y negativos tanto en las personas como en el medio ambiente (Mekonen, et al., 2018; Baumgartner, et al., 2015; Chaudhary et al. 2016; Kindu, et al., 2016; Sonter et al. 2017). Para lo cual es importante reconocer las causas del cambio de uso de suelo que se sustenta en comprender tres aspectos clave para alterar el uso de la tierra a nivel nacional y global que son: cómo las personas toman decisiones sobre el uso de la tierra; cómo son las interacciones de los factores socioambientales; cómo los productores perciben los cambios (Betru, et al., 2019; Geist y Lambin, 2002). Sin embargo, varios son los impactos en el funcionamiento de aspectos socioeconómicos y ambientales sobre todo para la sostenibilidad, seguridad alimentaria y biodiversidad (Demissie et al., 2017; Falcucci, et al., 2007). Por otro lado, influye en la degradación de la tierra y pérdida de ecosistemas que implica una reducción del almacenamiento de carbono en el suelo y vegetación acelerando el cambio climático (Mekonen et al., 2018; Houghton y Hackler, 2006).

Es posible distinguir dos tipos de cambios de uso de suelo a) cambios en la cobertura de suelo y b) cambios en la intensidad de uso de suelo, el primero que hace referencia a las alteraciones en las características biofísicas de la superficie terrestre y el segundo analiza la alteración del uso humano de la tierra (Quintero, et al., 2018; Erb, 2012). El cambio de

uso de suelo se analiza mediante la aplicación de herramientas de detección remota donde se captura datos de áreas inaccesibles además del uso de mapeo de coberturas vegetales y alteraciones en su composición, tanto a escalas espaciales como temporales (Demissie, et al., 2017; Zeleke y Hurni, 2001; Temesgen, et al., 2013; Desalegn, et al., 2014).

El papel de la sociedad es importante ya que son las principales fuerzas impulsoras de este cambio y están directamente relacionadas con alteraciones en la estructura y función de los ecosistemas, en consecuencia, afectan a la calidad de vida de las personas y el abastecimiento de recursos naturales (Quintero, et al., 2018; Chiesura y de Groot, 2003; Turner, et al., 2007; Costanza, et al., 2017; Miura, et al., 2015). Se identifican dos tipos de factores importantes en el cambio de uso de suelo que son: causas inmediatas que son actividades humanas o acciones inmediatas a nivel local e impulsores subyacentes del cambio que son procesos sociales fundamentales de las causas inmediatas que tienen impacto indirecto a nivel nacional y global (Betru, et al., 2019).

El resultado final del cambio de uso de suelo y la interacción con la sociedad es el uso de recursos naturales para satisfacer las crecientes demandas causadas por la población y su crecimiento exponencial y que frecuentemente se reflejan en ambientes degradados (Serneels y Lambin, 2001). Obtener información precisa del cambio de uso de suelo es fundamental ya que permite comprender las causas del mismo y desarrollar políticas y estrategias para frenar y mitigar la degradación de la tierra llegando a desarrollar actividades favorables para la conservación medioambiental y protección de la biodiversidad (Kindu, et al., 2013; Zeleke y Hurni, 2001; Desalegn, et al., 2014).

Las causas sociales son problemas o inconvenientes que se presentan al momento de alcanzar un objetivo propuesto situaciones que siempre despliegan consecuencias y que requieren de una solución. En contexto social se hace referencia a causas que están relacionadas estrechamente a la sociedad ya que son quienes generan estos problemas y que han existido desde la aparición de la humanidad (Susser y Schwartz, 2005). Las causas se relacionan al recurso ambiental suelo con su uso por parte de las actividades humanas (Turner, et al., 1995). De esta manera, refleja factores socio-económicos y biofísicos donde el proceso de decisión humana en el uso del recurso juega un papel importante ya que alteran la dinámica del suelo rápidamente afectando directamente sobre la cobertura natural nativa (Lambin et al., 2001).

Para la determinación de causas del cambio de uso de suelo se utilizan herramientas de evaluación del área de estudio acompañado de las principales actividades realizadas por la comunidad (Caulfield, et al., 2019). Esto se realiza por medio de la aplicación de encuestas a los hogares de la zona en conjunto con teledetección y clasificación de imágenes satelitales (Wyman y Stein, 2009). También la identificación de patrones de sustitución en las coberturas vegetales sobre todo naturales se realizan por medio de herramientas de tabulación cruzada con la ayuda del software ArcGis y una hoja de cálculo que se apoya de entrevistas a expertos y a sectores económicos de la localidad (Peña, et al., 2007).

Existen varios factores que conllevan al cambio de uso de suelo como aspectos ambientales, demográficos, económicos y socioculturales (Montero y Viales, 2015). En conjunto estos factores inducen al deterioro de la naturaleza y por consecuente impactos ambientales (Bocco, et al., 2001). Es así que estas modificaciones implican una relación entre la disminución de biodiversidad, servicios ecosistémicos y la productividad del suelo ocasionando un impacto visual a nivel geográfico (Burbano, 2016). La actividad humana ha sido un factor que conlleva a la degradación del suelo ocasionando impactos negativos como pérdida de productividad y por consecuente bajos ingresos económicos debido al sobre costo que se asocia a la utilización de fertilizantes como consecuencia la disminución de nutrientes y acumulación de carbono orgánico (Restrepo y Alviar, 2013).

Las actividades humanas masivas han buscado intereses económicos y han descuidado el valor de los servicios ecosistémicos produciendo una destrucción de la tierra e impactando en la calidad del medio ambiente (Du y Huang, 2017; Turner, et al., 2007; de Groot, et al., 2002; Li et al., 2007; Metzger, et al., 2006). Los efectos ambientales son consecuencias de las actividades humanas sobre el entorno natural que modifican su dinámica natural, se pueden producir por fenómenos naturales que alteran los patrones base del ambiente produciendo cambios en los ecosistemas y en la vida (Finkelman y Greb, 2008).

De esta forma, los efectos del cambio de uso de suelo se han identificado como: erosión del suelo, pérdida de fertilidad, desertificación, pérdida de la capa fértil del suelo (Liu, et al., 2014; Chen, et al., 2011; Ehrlich, et al., 2012; Peng, et al., 2011; Qi, et al., 2013; Zhao,

et al., 2010). Además, afectaciones en el recurso hídrico como la disminución en el rendimiento y calidad del agua (Rimal, et al., 2019; Gao, et al., 2016), en la biodiversidad como el deterioro de los ecosistemas, contaminación ambiental (Du y Huang, 2017; Turner, et al., 2007). Es así que se produce un aumento en las emisiones de carbono y un impacto en la reducción del almacenamiento del mismo (Rimal, et al. 2019; Tao, et al., 2015). Se ha evidenciado disminución en cuanto a la exportación de nitrógeno (Gao, et al. 2016) y cambios en la temperatura explicándose de esa manera un efecto en la expansión de la isla de calor que se relaciona con el crecimiento de áreas urbanizadas (Grigoras y Uritescu, 2019). Por lo tanto, el factor que presenta mayor efecto es el desarrollo urbano y está relacionado a un incremento de la demanda acelerada de los recursos naturales desafiando a la sostenibilidad ambiental (Rimal, et al. 2019; Le Maitre, et al., 2007). Los efectos directos del cambio de uso de suelo están relacionados con factores demográficos, económicos, sociopolíticos y culturales los cuales afectan a los servicios ecosistémicos (Wang, et al., 2018; Hou, et al., 2014).

Entre uno de los métodos usados para el análisis de efectos ambientales está el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) ya que considera los sistemas de producción, las actividades realizadas en el campo y los impactos o efectos relacionados a estos procesos (Brentrup, et al., 2004). Para determinar los efectos ambientales se aplica el índice de sustentabilidad del agricultor (FSI), donde se propone un método mediante puntajes a las prácticas de producción de los agricultores y cuidados al entorno (Van der Werf y Petit, 2002). Además, se usa una metodología tradicional como es la matriz de Leopold adaptándose a la evaluación de efectos ambientales (Girardin, et al., 2000).

La determinación de efectos ambientales del cambio de uso de suelo se ha realizado mediante métodos de análisis de imágenes satelitales e indicadores como el ESV el cual asigna valores en función de los tipos de servicios ecosistémicos (Du y Huang, 2017). Por otro lado, se ha estudiado los efectos ambientales mediante los sistemas de información geográfica el método de clasificación Q que se centra en la subjetividad de puntos de vista que evalúa las preferencias de uso de suelo (Swaffield y Airweather, 1996). También, se han usado métodos como: predicción de red neutral, simulación de transformación de suelo, además, se ha evaluado la ecología por medio de métodos como la evaluación de huellas de productividad primaria (Liu et al., 2014).

El análisis de los efectos ambientales del cambio de uso de suelo permite valorar los

impactos de estas transformaciones del suelo sobre el medio ambiente y los sistemas ecológicos (Moscoso, 2007). Por lo tanto, influye en la toma de decisiones para mitigar la degradación ambiental y la mala asignación de recursos (Turner, et al., 2007), de igual forma, dicha información permite comprender la interacción entre el cambio de uso de suelo y las consecuencias o impactos en el ambiente a nivel local o regional (Robinson, et al., 2013). La información recabada ayuda con la recopilación de datos de referencia para ayudar a los encargados a elaborar políticas referentes a la administración de tierras y conservación de ecosistemas para detener la pérdida de la biodiversidad (Du y Huang, 2017).

### **2.1.7. Planeación estratégica**

Debido a la evolución histórica se han generado mejores técnicas metodológicas para planificación estratégica que en la actualidad se usan con la finalidad de realizar planes de desarrollo con participación gubernamental y de la comunidad (Restrepo, 2013). De esta manera, mejorar las condiciones de vida y acceso a servicios básicos todo dentro del concepto de sostenibilidad de esta forma optimizar la producción agrícola y conservar lugares estratégicos con alta biodiversidad (Hevia, 2003).

Por otro lado, la planificación estratégica se realiza mediante un diagnóstico y análisis de información como punto de partida en búsqueda de los diferentes problemas y estado actual del territorio (Elizalde, 2003). En esta etapa es importante describir la configuración urbana de la ciudad y los antecedentes de la misma con la finalidad de crear un ambiente favorable para la localidad (Gao, et al., 2016). Donde se relacione el manejo los recursos naturales, los gobiernos y la sociedad, generando una planificación de uso de suelo con base a su aptitud y establecido en un marco legal con límites de producción y monitoreo de uso del recurso suelo (Díaz, 2012).

Un medio para la identificación de estrategias ambientales está el método PER (Presión-Estado-Respuesta) originado por la Organización la para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE] (Wolfslehner y Vacik, 2008). Este método considera las presiones de las actividades humanas sobre el medio ambiente y se basa en la selección y medición de los indicadores: presiones, condiciones ambientales y respuestas sociales (Neri, et al., 2016). Pueden cambiar el estado del medio ambiente debido a que la sociedad humana

responde a cambios con base en las políticas ambientales o económicas para prevenir, reducir o mitigar el daño ambiental (Zhang, et al., 2012).

El método PER muestra información diferenciada entre causas, efectos y respuestas humanas para controlar la prolongación de los impactos sobre la naturaleza, sin embargo, el indicador muestra un análisis exhaustivo y complejo del sistema entre humanos, actividades y entorno lo cual contribuye como medio de apoyo para la toma de decisiones (Wolfslehner y Vacik, 2008). Este método es aplicable principalmente en informes de organizaciones ambientales ya que proporciona una herramienta útil y sencilla para determinar el estado de medio ambiente, sus problemas debido a la presión humana y las políticas de respuesta como soluciones (Wolfslehner, et al., 2005). De esta forma ha sido utilizado para la comprensión, estructuración en información de la administración de recursos como: pesqueros, hidrográficos, áreas agrícolas, áreas boscosas (Neri, et al., 2016). Es aplicable en determinación de elementos naturales, dicho de otra forma, el medio ambiente y los ecosistemas, manejo forestal, de agua, de tierra, además de factores socio-económicos e institucionales relacionados a los recursos hídricos, sistemas urbanos y en marcos políticos y de gobernanza (Pires, et al., 2016). Finalmente, este indicador desarrollado de correcta manera permite la fácil comprensión de datos relevantes cualitativos y cuantitativos (Klug y Kmoch 2015).

Un proceso de planificación abarca una diversidad de conocimiento e información donde los recursos naturales son clave importante para el desarrollo de la región (Pearson y Gorman, 2010). En el resultado de las necesidades y anhelos humanos permiten una organización del territorio en función de las posibilidades que brinda el medio ambiente y la tecnología (Organización de las Naciones Unidas, 2014). Donde, el principal objetivo de una planificación estratégica es desarrollar y aumentar la competitividad territorial que integre una visión del territorio con todas sus dimensiones estas sean ambientales, humanas, sociales y económicas promoviendo e innovando las capacidades que poseen los actores locales (Zavala, 2012).

Por lo tanto, el análisis de los principios y objetivos de la planificación territorial permiten procesos coordinados en aprobación de planes y proyectos que beneficien a la preservación del medio ambiente y la toma de decisiones de la comunidad (Wang y Hague, 1993). El análisis facilita la comprensión del paisaje e incorporando

modelamiento de escenarios por medio de Sistemas de Información Geográfica y herramientas de visualización (Pearson y Gorman, 2010). La planificación territorial utiliza métodos participativos que enfatizan en las habilidades y fortalezas del territorio las cuales se aplica para rescatar estrategias de las localidades que han permitido su desarrollo local (Elizalde, 2003).

Es así que, un enfoque estratégico en la región reconoce los problemas prioritarios y propone estrategias como: uso de forraje mejorado para alimentación de ganado, recuperación de pastos degradados, capacitación en buenas prácticas pecuarias, usos apropiado de fertilizantes nitrogenados (Planificación ante el cambio climático, 2013). Existen otras estrategias como el manejo de incendios, manejo de animales salvajes, gestión de maleza, gestión y mantenimiento de ecosistemas existente y desarrollo de mejores prácticas ambientales (Gorman, et al., 2008). Las mismas que se realizan con el fin de mejorar la toma de decisiones mediante la participación de personajes interesados claves como grupos aborígenes, pastores, agricultores, personal encargado de la conservación e investigadores (Wang y Hague, 1993).

## **2.2. Marco Legal**

### **2.2.1. Constitución del Ecuador 2008**

El presente estudio se enmarca a la normativa legal vigentes es así que la Constitución del Ecuador en su artículo 425 menciona la jerarquización de las leyes en base a su orden de aplicación de lo nacional a lo regional y local, donde se organiza la aplicación de leyes de la siguiente manera: Constitución del Ecuador como suprema ley del país, seguido por tratados y convenios internacionales, leyes orgánicas, leyes ordinarias, normas regionales, ordenanzas distritales, decretos y reglamentos, las ordenanzas, acuerdos-resoluciones y demás actos del poder público.

De igual manera en el artículo 276 indica en uno de los objetivos propuestos para el desarrollo es salvaguardar un ambiente sano y conservar el medio ambiente que garantice la buena calidad de agua, suelo y aire. En el artículo 376 se prohíbe beneficiarse de prácticas especulativas sobre el uso de suelo principalmente por el cambio de uso de suelo

por medio de la urbanización y privatización, además el artículo 409 y 410 mencionan que la conservación del suelo y en particular de la capa fértil es prioridad nacional y se establece una legislación para su uso racional y protección previniendo su contaminación, degradación, desertificación y erosión, en el caso de presentarse estos problemas el estado estimulará proyectos de reforestación y mantención buenas técnicas de manejo del suelo, también será encargado de otorgar apoyo a los agricultores para promover la conservación y restauración del suelo aportando a la soberanía alimentaria.

### **2.2.2. Convenios internacionales**

Igualmente, en la Declaración del Milenio dentro de su objetivo IV de la protección de nuestro entorno común en el numeral 23 señala la importancia del medio ambiente y su conservación con resguardo las actividades amigables y éticas en relación con el medio ambiente, además de incrementar los esfuerzos a favor de una organización adecuada que garantice el desarrollo sostenible y la conservación del entorno ambiental (Organización de Naciones Unidas, 2000).

### **2.2.3. Leyes orgánicas**

Por su parte el Código Orgánico de Organización Territorial, COOTAD (2010) en los artículos 32, 55, 57, 87 y 466 aluden a los gobiernos descentralizados regionales la responsabilidad en la planificación del ordenamiento territorial en conjunto con la planificación nacional y el respeto de la biodiversidad por medio del control sobre el uso del suelo y en relación con la normativa vigente. Mediante los artículos 54, 84, 133, 136 y 147 se establece un sistema de uso de suelo en base a las realidades de urbanización y fragmentos de territorio por las actuales actividades realizadas en la zona generando una zonificación y gestión del uso de suelo y se fomenta la conservación de los porcentajes de bosques y áreas urbanas, por otro lado el artículo 294 sobre la participación social determina la participación activa y permanente de los actores sociales para la realización de proyectos de desarrollo y ordenamiento de territorio principalmente la participación de la comunidad en la reserva de uso de suelo, en el artículo 297 que construye los objetivos del ordenamiento territorial menciona la implantación de estrategias de uso, mantenimiento y manejo de suelo en base al ámbito social, económico y ambiental.

Así mismo, el Código Orgánico Ambiental (2017) en los artículos 30 y 50 sobre los objetivos del Estado establece el complementar lineamientos de sostenibilidad en la planificación de uso de suelo e incorporar análisis de densidad poblacional y actividades actuales y tendenciales de utilización del suelo, además en los artículos 92, 94, 99 y 106 donde se protege el suelo de bosques naturales, ecosistemas frágiles como por medio de la planificación, zonificación y gestión de uso de suelo prohibiendo el cambio a uso agropecuario con fines económicos. Los artículos 109 y 118 orientan a la prevención y mitigación de suelos erosionados y degradados priorizando actividades de regeneración natural, por otro lado, los artículos 191 y 197 se instituye un monitoreo de la calidad de suelo donde las instituciones proporcionaran información con la finalidad de prescribir causas, efectos y medidas para fomentar su rehabilitación y se regula las actividades que afectan al suelo en el caso de ser necesario prohibirlas y se toma como prioridad las zonas con pendientes elevadas y bordes de cuerpos de agua.

De igual manera la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales (2016) en sus artículos 4, 7, 11, 12 y 44 que hace referencia al uso adecuado de tierras rurales respetando la aptitud agroclimática del suelo y con garantías de mantener los derechos de las comunidades, su desarrollo, distribución equilibrada de tierras y permanencia cultural pero enmarcado en el uso adecuado y eficaz del recurso y basado en la sostenibilidad del medio ambiente y el cuidado de la naturaleza.

#### **2.2.4. Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017- 2021)**

Agregando a lo anterior el presente estudio está encardado en el objetivo 3 del Plan Nacional Toda una Vida donde se menciona la importancia de asegurar un ambiente sano para las presentes y futuras generaciones y la protección de la naturaleza en base al respeto de sus derechos.

## CAPÍTULO III

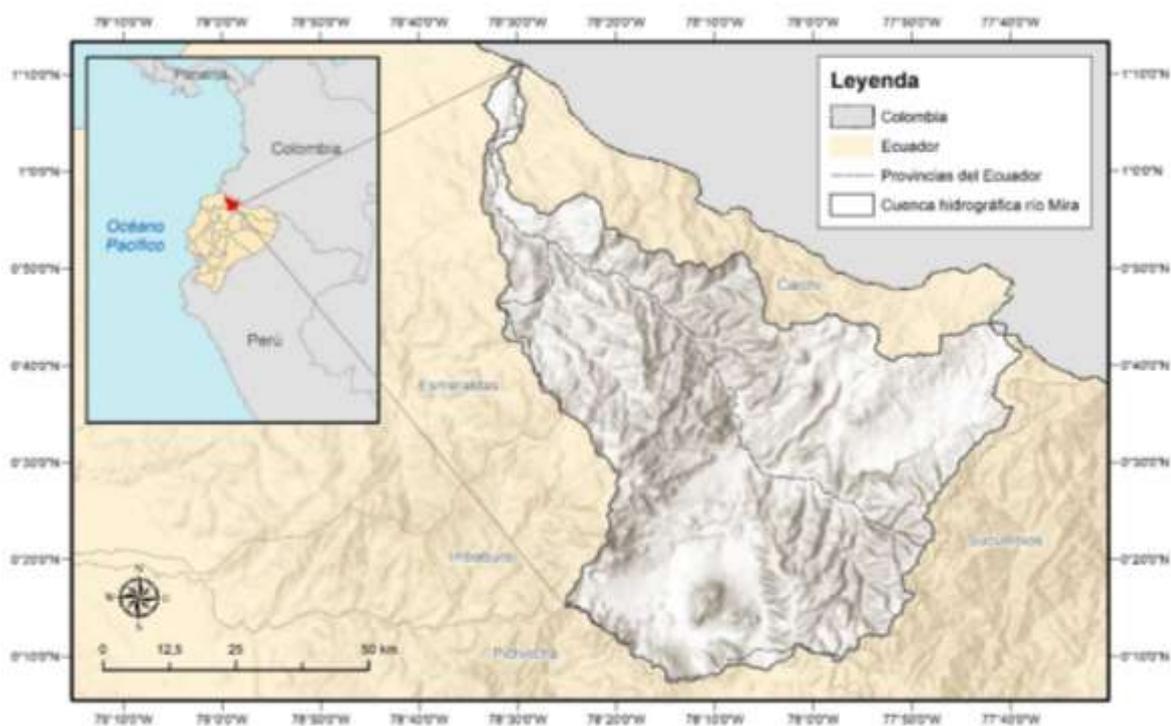
### METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción del área de estudio

La cuenca del río Mira es una cuenca binacional ubicada en el norte de Ecuador y en el suroccidente de Colombia con una extensión aproximada de 1.179.102 ha. Sin embargo, la presente investigación se realizó en la cuenca media alta dentro de las provincias Carchi e Imbabura que abarca 136.762 ha aproximadamente (Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2019), conformada por los Municipios de Espejo, Mira, Montufar, San Pedro de Huaca, Ibarra, Antonio Ante, Cotacachi, Otavalo, Pimampiro, San Miguel de Urcuquí (Lloré y Rodríguez, 2005).

#### Figura 1.

*Mapa de ubicación de la cuenca media alta del río Mira.*



### **3.1.1. Diagnóstico del medio físico**

La cuenca transfronteriza del río Mira nace en la cordillera andina al Norte del Ecuador en el páramo El Ángel, Mojanda y Cajas, estas aguas que nacen en estos altos recorren páramos, bosques de niebla del piedemonte y selva lluviosa (WWF, 2019). El territorio presenta relieves colindados altos, muy altos y montañosos con un riesgo muy alto a deslizamientos y desprendimiento de masa (Pijal, 2015). La cuenca media alta del río Mira que se extiende desde los 600 m.s.n.m. hasta los 4.800 m.s.n.m. con un relieve irregular y montañoso que presenta cárcavas y quebradas permitiendo la creación de grandes elevaciones montañosas como los volcanes Imbabura y Cotacachi (Lloré y Rodríguez, 2005).

Los ecosistemas principales que se encuentran en la cuenca media alta del río Mira están: en la zona media con una elevación de 1.800 y 2.500 m.s.n.m. encontramos bosques de niebla, bosques húmedos alto andinos o de alta montaña, bosques subandinos, en la zona alta con una ubicación de 3.500 y 4.800 m.s.n.m. encontramos ecosistema páramo (WWF, 2019).

### **3.1.2. Diagnóstico Social**

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2010), la proyección de la población ecuatoriana para el 2020 en los cantones que abordan el área de estudio se cuantifica 647.598 pobladores como se indica en la tabla 1. En cuanto a toda la población existente en la cuenca media alta del río Mira se extienden varios grupos étnicos como Mestizos con 69,02% con mayor cantidad de habitantes seguido de grupos indígenas 21,80%, afroecuatorianos 4,77%, blancos 2,66%, mulatos 1,33% y montubios 0,30%. Dentro de las principales actividades económicas que realiza la población en el área de estudio están: la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con 24,44%, seguido del comercio de productos al por mayor y menor con 15,25% e industrias manufactureras y construcción con 14, 77% de habitantes (INEC, 2010).

**Tabla 1.**

*Número de habitantes por cantón.*

<b>Cantón</b>	<b>Número de habitantes</b>
Espejo	13.817
Mira	11.969
Montufar	34.229
San Pedro de Huaca	8.931
Ibarra	221.149
Antonio Ante	54.311
Cotacachi	44.203
Otavalo	125.785
Pimampiro	13.269
San Miguel de Urcuquí	17.540
<b>TOTAL</b>	<b>545.203</b>

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Censos, (2010).

### **3.2. Métodos**

El diseño de la investigación fue no experimental longitudinal, para lo cual la metodología fue dividida en tres etapas con el fin de alcanzar los tres objetivos planteados.

**3.2.1. Etapa 1.** Identificación de las causas sociales del cambio de uso de suelo para el período de veinte años (1996-2018) en la cuenca del río Mira, se dividió en dos pasos metodológicos:

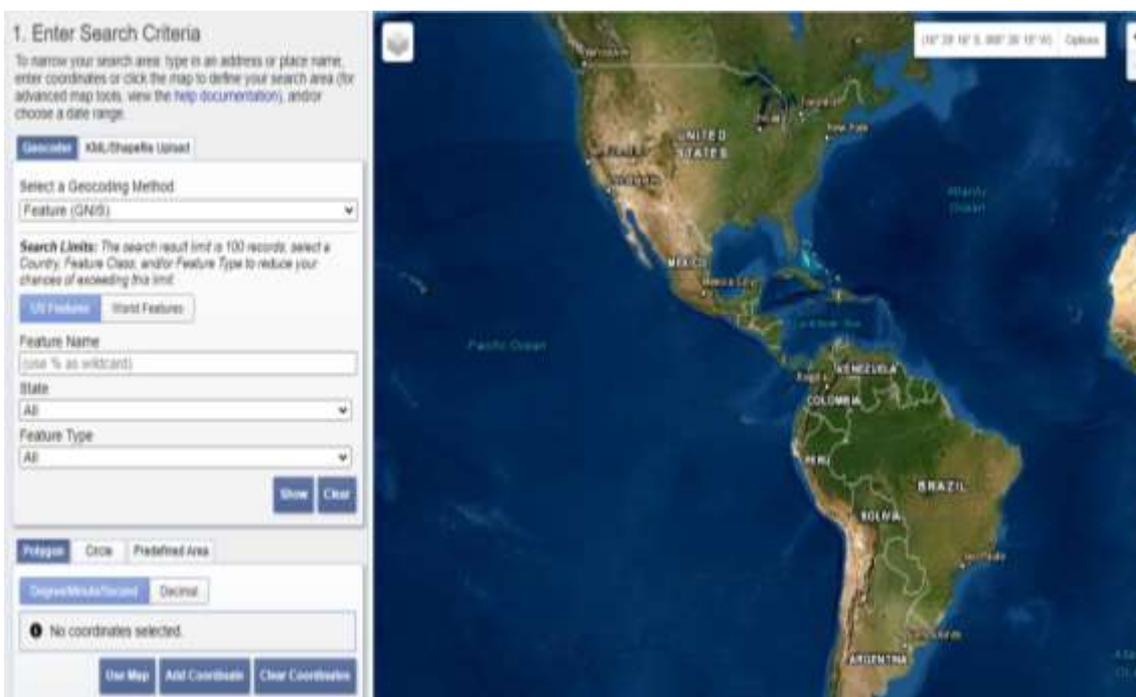
#### *3.2.1.1. Determinación del cambio de uso de suelo para el periodo 1996-2018*

Se determinó el cambio de uso de suelo para el periodo 1996-2018, cuyo resultado representó el estado actual del suelo en la cuenca. El proceso consistió en el análisis multitemporal de dos imágenes satelitales, una LANDSAT y otra SENTINEL para los

años 1996 y 2018. Ambas imágenes se obtuvieron del portal web Earth Explorer. A cada imagen se realizó un pretratamiento mediante la aplicación de las correcciones radiométricas, geométricas y atmosféricas (Chuvienco, 1990). Se realizó una clasificación supervisada para el año 2018, para lo cual se georreferenció 280 coberturas de entrenamiento y se creó firmas espectrales para ocho coberturas de suelo: bosque, páramo, vegetación arbustiva, cultivos, pastos, zona urbana, área sin vegetación y cuerpos de agua. Para el año 1996 también se realizó una clasificación supervisada utilizando clasificación de coberturas a escala 1 250:0000 del Ministerio de Agricultura y Ganadería para los años 1990 y 2002 como referencia (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

## Figura 2.

*Interfaz del portal Earth Explorer*



Las coberturas vegetales identificadas en los años 1996-2018 dentro del área de estudio fueron: bosques, páramos, pastos, vegetación arbustiva, área sin vegetación, cultivos, zona urbana y cuerpos de agua, mimas que ayudaron a determinar el cambio neto absoluto del suelo. El cálculo se realizó mediante una matriz de transición donde se identificó el porcentaje de la ganancia, pérdida, cambio total, límite máximo de cambio (swap) y cambio neto absoluto del suelo en el período 1996-2018 (Rosete, et al., 2008).

La matriz favoreció en la identificación de las diferentes posibilidades de cambios de uso de suelo que subyacen a los funcionamientos variables (Siegler, 1994). Además, permitió observar los diferentes cambios dados en el período de tiempo del estudio, estos modelos permiten describir cuantitativamente el cambio a lo largo del tiempo (Calero, 2017).

### 3.2.1.2. *Aplicación del coeficiente Kappa para el análisis de precisión y exactitud de la clasificación supervisada en la cuenca del río Mira.*

La validez de una investigación se da entre la variabilidad del observador y la realidad, es así que es posible estimar hasta qué punto los observadores coinciden en su medición en campo (Chamorro, 2019). Se realizó una validación de las coberturas vegetales existentes de las dos imágenes satelitales de los años 1996-2018 con la ayuda del software ArcMap 10.4 en donde se aplicó el índice de Kappa que según Conglaton (1990). El índice permite medir la exactitud de un mapa de una manera precisa con la ayuda de una matriz de confusión en donde se compara el mapa con la realidad observada. Es decir, se trata de delimitar el grado de ajuste de la exactitud de la clasificación. Cohen (1960) propuso la siguiente expresión para ser evaluado el índice de Kappa.

$$K = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

En donde:

Po: proporción de acuerdos observados

Pe: proporción de acuerdos por azar

El índice de Kappa (K) propone valores mínimos y máximos, éstos dependen del contenido de las celdas en cuanto a la matriz de confusión y no únicamente de valores de la diagonal principal (Arenas, et al., 2011). Si los elementos encontrados están fuera de la diagonal principal estos sean iguales a 0 tendría una concordancia plena, en cambio, si K=1 se obtiene completa concordancia y K= -1 los valores están en completa discordancia (Cerde y Villaroel, 2008). Los estudios que usan este método presentan una tabla que

corresponde a una escala cuantitativa de valores que se debe utilizar para la fuerza de concordancia, ver Tabla 2 (Landis y Koch, 1977).

**Tabla 2.**

*Valorización del coeficiente Kappa.*

<b>Coeficiente kappa</b>	<b>Fuerza de la concordancia</b>
0,00	Pobre
0,01 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Aceptable
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Considerable
0,81 - 1,00	Casi perfecta

**Fuente:** Landis y Koch, (1977).

La matriz de confusión por lo general es utilizada para medir similitudes (Žgank, et al., 2005). En un concepto del aprendizaje automático, contiene información sobre clasificaciones reales y predichas realizadas por un sistema de clasificación (Deng, et al., 2016). Una matriz de confusión tiene dos dimensiones, una de estas está indexada por la clase real de un objeto, la otra está indexada por la clase que predice el clasificador o visualizador (Bernesel et al., 2008).

Xu, et al. (2019) mencionan que una matriz de confusión es uno de los métodos de medida de precisión más clásicos en el aprendizaje automático supervisado, el mismo que visualiza el grado de confusión del algoritmo dentro de las clasificaciones. De esta forma muestra información sobre con qué frecuencia se detecta un determinado comportamiento y la frecuencia que este clasifica a otro comportamiento (Nielsen, 2013). La precisión de la clasificación generalmente se resume en indicadores de rendimiento como precisión, sensibilidad y especificidad (Ruuska, et al., 2018).

### 3.2.1.3. *Identificación de las causas sociales que conllevan al cambio de uso de suelo*

Para la identificación de las causas sociales que originan el cambio de uso de suelo se utilizó metodologías cuantitativas y cualitativas. Okoli y Pawlowski (2004) proponen el

método Delphi para consultas a expertos, el cual permitió identificar 6 expertos mediante la búsqueda de estudios realizados en temáticas realizadas por los mismos en temáticas del cambio de uso del suelo y su experiencia profesional dentro del territorio. Se aplicó entrevistas a los expertos seleccionados que permitieron identificar las principales actividades económicas que ocasionan el cambio de uso de suelo en el área de estudio, sus principales actores o agentes y las principales causas subyacentes de las mismas como se indica en la tabla 3 (Kleemann, et al., 2017). Esta información clave se recabó por medio de un enfoque multiescalar como se muestra en la tabla 4 (Strauss y Corbin, 1998).

**Tabla 3.**

*Principales variables de entrevistas a expertos.*

<b>Agentes</b>	<b>Actividades</b>	<b>Factor impulsor del cambio</b>
<b>Representantes de comunidades</b>	Agricultura, ganadería	
<b>Sectores económicos</b>		Demográficos
<b>Agrícolas</b>	Agricultura	Económicos
<b>Ganaderos</b>	Ganadería	Institucionales
<b>Urbanistas</b>	Inmobiliarias	Tecnológicos
<b>Mineros</b>	Minería	Culturales
<b>Forestales</b>	Industria forestal	
<b>Gubernamentales</b>	Regulación	

**Fuente:** Elaboración propia

Después se utilizó la metodología multi agentes que según Carodenuto, et al. (2015) es el análisis de datos de los conductores que generan cambios en donde se identificaron actores clave de diferentes sectores. Estos fueron 10 representantes de Gobiernos Autónomos Descentralizados [GAD] cantonales, 73 representantes de comunidades rurales que se seleccionaron de forma aleatoria, así como también 24 a sectores económicos agrícolas, ganaderos, urbanistas, mineros, forestales (Betru, et al., 2019), a los cuales se les realizó una entrevista estructurada (Anexo 1, 2, 3, 4, 5) ver tabla 3.

Cada actor clave identificó dentro de las causas subyacentes las causas del cambio de uso de suelo por su actividad o grupo. Además, señalaron el impacto actual y futuro que se percibe por cada causa. El impacto actual se lo clasificó en tres categorías: alto, mediano y bajo. Mientras que, el impacto futuro se clasificó en estas tres categorías: creciente, usual y decreciente. La información obtenida se trianguló en una matriz, de esta manera se interrelacionó conductores próximos con los agentes y las causas subyacentes del cambio identificadas y el impacto actual y futuro del cambio de uso de suelo percibido (Betru, et al., 2019), de esta manera se determinó los indicadores de presión.

**Tabla 4.**

*Conductores próximos y causas subyacentes del cambio de uso de suelo.*

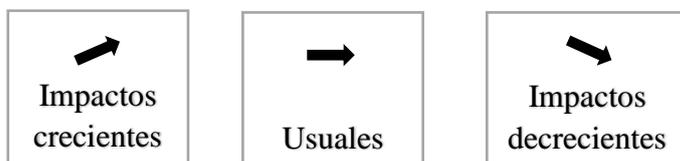
Conductores inmediatos	Causas subyacentes		Se identificaron factores: sociales, económicos, institucionales, tecnológicos y culturales que motivan a la población a desarrollar sus actividades		
	Agentes	Tipos de agentes	<u>Impactos actuales y futuros de las causas subyacentes</u>		
Se definen las actividades que impulsan a los agentes a desarrollar cambios de usos de suelo. También eventos naturales que propician el desarrollo de esas actividades	Habitante/colono	Pequeños propietarios agrícolas	↗	→	↘
	Concesionario/privado	Actores privados: Representantes empresariales de las principales actividades identificadas	↗	↘	→
	Gubernamental	Representantes de los GAD's cantonales	↘	↗	→

**Fuente:** Betru et al., 2019. *Trends and drivers of land use/land cover change in Western Ethiopia*, 89

Impactos actuales de las causas subyacentes sobre los agentes.



Tendencias futuras proyectadas de causas subyacentes en los agentes.



**3.2.2. Etapa 2.** Determinación de los efectos ambientales del cambio de uso de suelo de la cuenca del río Mira.

Los efectos ambientales del cambio de uso de suelo de la cuenca del río Mira se determinaron mediante el cálculo del Índice de Calidad Ambiental, en el cual se incorporan las siguientes variables: superficie por cobertura, superficie total e índice de ambiente (Liu, et al., 2014). Estas variables ayudan con la identificación de coberturas vegetales y cambios regionales por medio de mapas generados con el software ArcMap.

Para el cálculo de Evi se realizó un análisis multicriterio mediante un proceso de jerarquía analítica Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty y Vargas, 1992), que integra un análisis multicriterio y multiatributo, se evaluó en conjunto los criterios de importancia de las coberturas vegetales y la opinión en la selección de las mismas por parte de varias personas expertas en la temática (García, et al., 2005). De esta manera la toma de decisiones se jerarquiza de acuerdo a la contribución en la calidad ambiental del territorio comparando la importancia relativa de una cobertura sobre otra y se realizó mediante una matriz con valores que van desde 1 hasta 9 donde 1 representa igual importancia y 9 absoluta dominancia. Es importante tomar en consideración que dentro de esta escala también se aprecia valores fraccionarios opuestos, es decir, que si se valora con absoluta dominancia (valor 9) a dos coberturas vegetales el opuesto de las mismas coberturas tendrá el valor de 1/9 de acuerdo a Saaty (2012). El análisis de la importancia de las coberturas vegetales se realizó mediante este proceso que se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Importancia de las coberturas vegetales.*

	<b>Bosque</b>	<b>Páramo</b>	<b>Vegetación Arbustiva</b>	<b>Pastos</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Área Urbana</b>	<b>Cuerpo Agua</b>	<b>Área sin Cobertura Vegetal</b>
<b>Bosque</b>	1	1/2	2	3	3	7	1	9
<b>Páramo</b>	2	1	2	4	5	7	1	9
<b>Vegetación Arbustiva</b>	1/2	1/2	1	2	3	7	1	9
<b>Pastos</b>	1/3	1/4	1/2	1	3	5	1/2	7
<b>Cultivos</b>	1/3	1/5	1/3	1/3	1	3	1/2	7

<b>Área Urbana</b>	1/7	1/7	1/7	1/4	1/2	1	1/2	1/2
<b>Cuerpo Agua</b>	1	1	1	2	2	2	1	9
<b>Área sin Cobertura Vegetal</b>	1/9	1/9	1/9	1/7	1/7	2	1/9	1
<b>TOTAL</b>	5,42	3,70	7,08	12,72	17,64	34	5,61	51,5

**Fuente:** Elaboración propia

Finalmente, se procedió a organizar la información con el propósito de obtener la ponderación final como se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Resumen de la información de nivel de importancia de coberturas.*

Alternativas	Bosque	Páramo	Vegetación Arbustiva	Pastos	Cultivos	Área Urbana	Cuerpo Agua	Área sin Cobertura Vegetal	Ponderado
<b>Bosque</b>	0,18	0,13	0,28	0,24	0,17	0,21	0,18	0,17	0,20
<b>Páramo</b>	0,37	0,27	0,28	0,31	0,28	0,21	0,18	0,17	0,26
<b>Vegetación Arbustiva</b>	0,09	0,13	0,14	0,16	0,17	0,21	0,18	0,17	0,16
<b>Pastos</b>	0,06	0,07	0,07	0,08	0,17	0,15	0,09	0,14	0,10
<b>Cultivos</b>	0,06	0,05	0,05	0,03	0,06	0,09	0,09	0,14	0,07
<b>Área Urbana</b>	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,09	0,01	0,03
<b>Cuerpo Agua</b>	0,18	0,27	0,14	0,16	0,11	0,06	0,18	0,17	0,16
<b>Área sin Cobertura Vegetal</b>	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02
<b>TOTAL</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1,00

**Fuente:** Elaboración propia

De esta manera, se determinó el Índice de Ambiente del tipo de uso de suelo en el período con valores ponderados que van de 0 a 1 como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.***Valores Evi*

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>PONDERADO</b>
<b>Bosque</b>	0,20
<b>Páramo</b>	0,26
<b>Vegetación Arbustiva</b>	0,16
<b>Pastos</b>	0,10
<b>Cultivos</b>	0,07
<b>Área Urbana</b>	0,03
<b>Cuerpo Agua</b>	0,16
<b>Área sin Cobertura Vegetal</b>	0,02
<b>TOTAL</b>	1,00

**Fuente:** Elaboración propia

Con la información obtenida se aplicó el Índice de Calidad Ambiental donde primero se seleccionó y categorizó los tipos de cobertura vegetal para el estudio (Liu, et al., 2014). Por medio de una matriz de error se comparó la categorización de las imágenes satelitales con los tipos de usos de suelo presentes en el área mediante una observación supervisada (Zhang y Wen, 2008). Además, se disminuyó el margen de error en la clasificación de coberturas vegetales y tipos de uso de suelo y luego se determinó el efecto ambiental mediante la fórmula:

$$EV_t = \sum_{i=1}^n LUA_i \times EV_i / TA$$

Donde:

 $EV_t$  → Índice de calidad ambiental de una determinada región durante un período dado. $LUA_i$  → Área del tipo de uso del suelo en el período. $EV_i$  → Índice de ambiente de tipo de uso del suelo en el período. $TA$  → Área total del área de estudio.

El análisis de los componentes de la fórmula que se aplicó está determinado por áreas de tipo de uso de suelo que se obtuvo de cálculos realizados en el software ArcMap mediante sus herramientas específicas. Sin embargo, cabe destacar que el índice de ambiente de tipo de uso de suelo resultó del promedio de las evaluaciones de expertos en el tema y en

el área de estudio que en la etapa anterior fueron entrevistados. Los valores que se obtuvieron mediante el índice de calidad ambiental (ICA) están distribuidos en una escala de 0 a 1, mientras los valores tengan una tendencia cercana a 1 representaron mayor efecto ambiental y por consiguiente mayor cambio en el uso del suelo y así permitieron alcanzar una caracterización cuantitativa del entorno global y de los efectos ambientales significativos del área de estudio (Liu, et al., 2014).

### **3.2.3. Etapa 3.** Proponer estrategias para el ordenamiento territorial con el fin de mitigar los efectos ambientales del cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira.

Se llevó a cabo mediante la metodología PER (Presión-Estado-Respuesta) en donde el esquema se basa en una lógica de casualidades, es decir, los problemas ambientales identificados producto de las actividades antrópicas realizadas por la población en el área de estudio que ejercen presión sobre el ambiente y de esta manera cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales existentes en la cuenca del río Mira, el estado, constituido por los cambios en las coberturas vegetales y los efectos ambientales obtenidos a partir de la Presión ejercida sobre el ambiente vinculada directamente con la sociedad con la finalidad de proponer estrategias ambientales para el correcto ordenamiento del territorio y así mitigar los efectos ambientales que se identificaron en la cuenca del río Mira, de esta forma la sociedad contribuye con políticas ambientales, económicas y sectoriales para la toma de decisiones que ayuden a la mejora (Respuesta) como se indica en la tabla 8 (Vázquez y García, 2017).

El esquema PER analizó los vínculos existentes entre las condiciones ambientales del sector y las actividades humanas antrópicas que se generaron en el mismo, en donde se generó tres preguntas: ¿Qué está ocurriendo con el ambiente? En donde se obtuvo información del estado en el que actualmente está el área de estudio, ¿Por qué está ocurriendo? Haciendo énfasis en los cambios en el uso de suelo y las causas que estas conllevaron al deterioro del mismo finalmente ¿Qué se está haciendo y que se podría proponer al respecto? Es así que los indicadores antes mencionados representaron un instrumento para cuantificar, simplificar y sistematizar la información relacionada con aspectos ambientales y la intervención de actividades humanas (Guttman, et al., 2004).

**Tabla 8.***Esquema Presión-Estado-Respuesta.*

<b>PRESIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>RESPUESTA/ACTIVIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA</b>	<b>SECTOR</b>
Definió los impulsores del cambio de uso de suelo mediante el uso de la metodología multiagentes	Determinó el cambio de uso de suelo para el periodo 1996-2018 y su proyección al futuro	Se establecieron actividades como respuesta al estado del cambio de uso de suelo y sus causas	La interrelación entre las actividades conforma la estrategia	Definió sectores en un mapa del área de estudio

**Fuente:** Elaboración propia

El diseño de estrategias se realizó por medio de la aplicación de actividades por cada uno de los sectores definidos como se muestra en la tabla 9, donde se identificaron los cambios de uso de suelo que se relacionaron con la pendiente del territorio.

**Tabla 9.***Definición de sectores en cuanto a pendiente y cambio de uso de suelo.*

<b>Cambio de uso de suelo</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Sector</b>
Ganancia de cultivos	Plano y ligeramente ondulado	Sector A
Ganancia de pastos		Sector C
Pérdida de bosque		Sector D
Pérdida de páramo		Sector J
		Sector E
Ganancia de cultivos	Ondulado	Sector K
Ganancia de pastos		Sector B
Pérdida de bosque		Sector Q
		Sector L

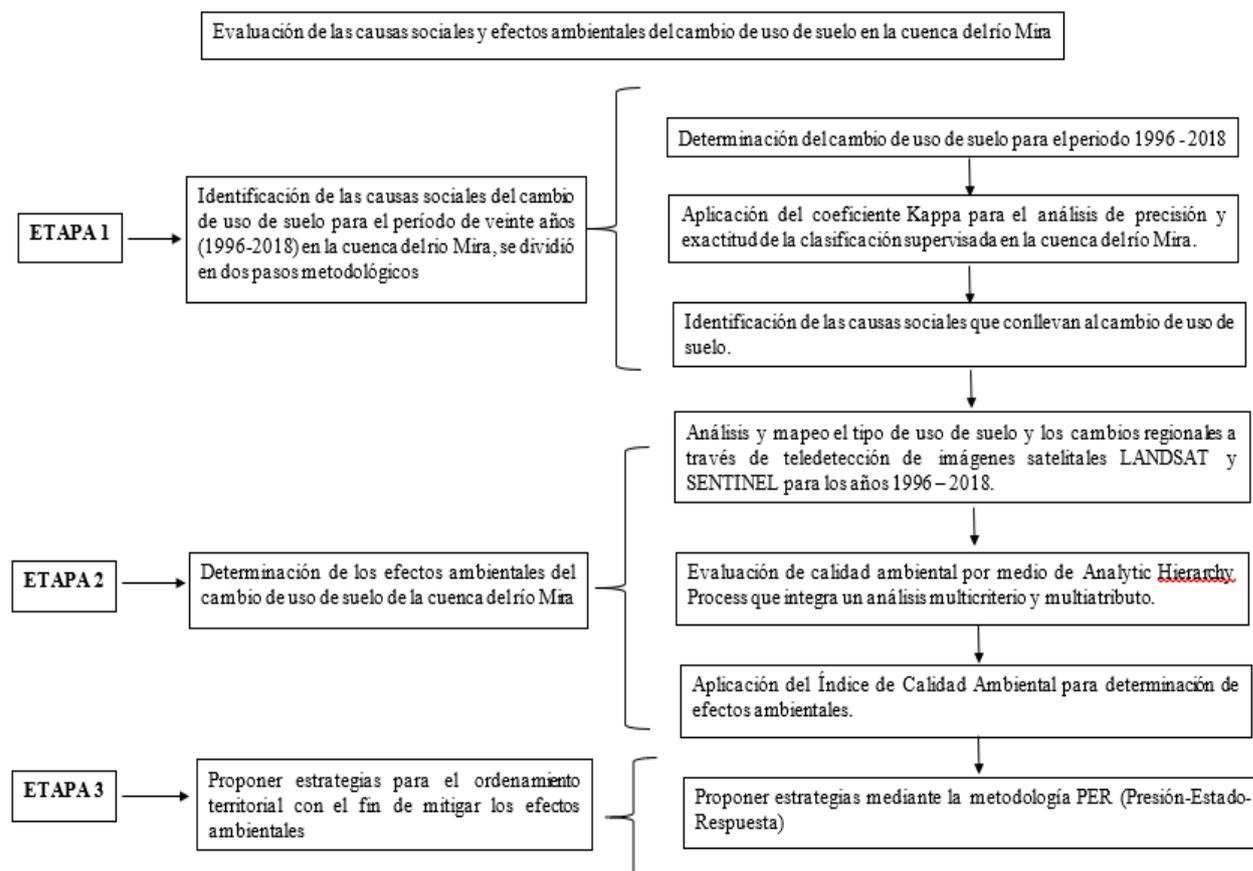
Ganancia de cultivos		Sector I
Ganancia de pastos		Sector N
Pérdida de páramo	Montañoso	Sector H
Pérdida de vegetación arbustiva		Sector M
Pérdida de bosque		Sector G
Pérdida de bosque		Sector O
<hr/>		
Ganancia de cultivos		Sector I
Ganancia de pastos	Muy montañoso y escarpado	Sector M
Pérdida de bosque		Sector P
Pérdida de páramo		Sector F

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3. Diagrama de flujo

**Figura 3.**

*Diagrama de flujo de métodos empleados.*



### 3.4. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se utilizaron en la presente investigación se detallan a continuación.

**Tabla 10.**

*Materiales y equipos*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de oficina</b>
GPS GARMIN 60CSX	Computador
Cámara digital Cannon	Resma de papel bond
Mapas del área de estudio	Software ArcGis 10.4
Libretas de campo	Impresora
Entrevistas	Imágenes Satelitales Landsat
Esferos	
Tableros	

**Fuente:** Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se detallan los resultados obtenidos para cada uno de los tres objetivos específicos planteados, luego de haber aplicado las respectivas metodologías.

#### 4.1. Cambio de uso de suelo en la cuenca del río Mira de los años 1996-2018.

Se clasificó en 8 coberturas vegetales, en donde se determinó que para el año 2018 la exactitud fue de 0,82 en base al índice de Kappa. En lo que respecta al cambio de uso de suelo se determinaron como factores de estado a los cambios en superficie de cobertura de suelo. Existió aumento de pastos (0,61%), cultivos (21,99%), zona urbana (0,33%) y una pérdida de bosque (7,91%) y vegetación arbustiva (14,21%) (Tabla 11, y Figura 4). Estos cambios se produjeron debido al incremento de la frontera agrícola, ganadera y expansión de zonas urbanas.

**Tabla 11.**

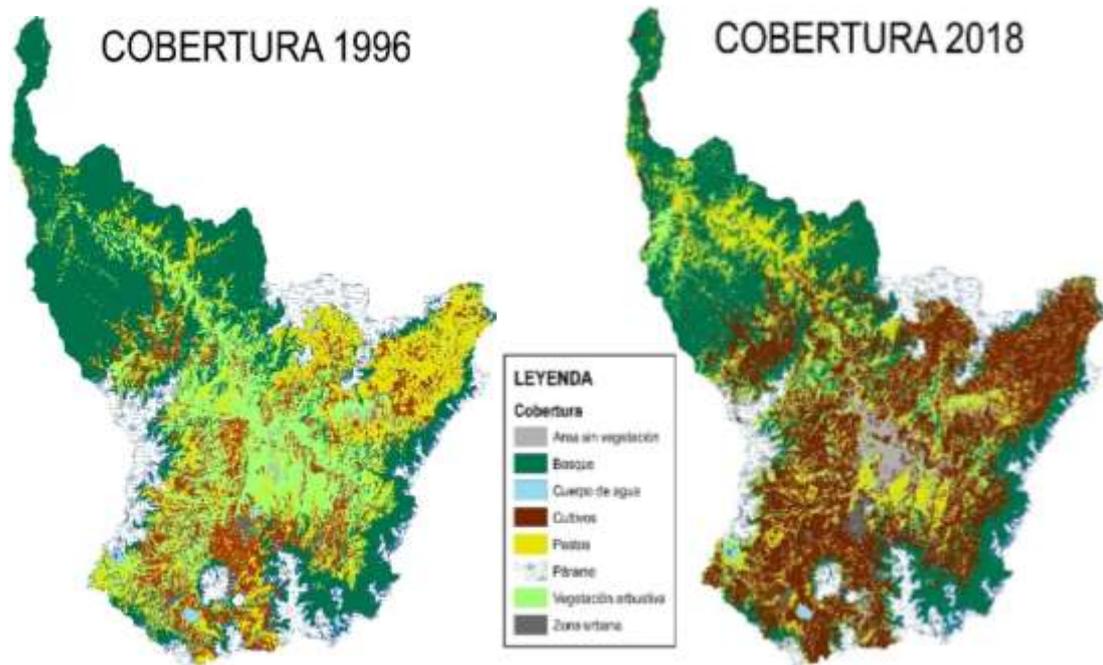
*Cambio de uso de suelo neto absoluto 1996-2018.*

	<b>Ganancia</b>	<b>Pérdida</b>	<b>Cambio Total</b>	<b>Swap</b>	<b>Cambio neto absoluto</b>
<b>Área sin vegetación</b>	2,47	0,20	2,67	0,40	2,27
<b>Bosque</b>	0,00	7,91	7,91	0,00	7,91
<b>Cuerpos de agua</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Cultivos</b>	23,57	1,58	25,16	3,17	21,99
<b>Páramo</b>	0,00	1,85	1,85	0,00	1,85
<b>Pastos</b>	10,56	11,17	21,73	21,12	0,61
<b>Vegetación arbustiva</b>	2,40	16,61	19,00	4,79	14,21
<b>Zona urbana</b>	0,33	0,00	0,33	0,00	0,33
	39,32	39,32	39,32	14,74	24,59

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 4.**

*Cambio de uso de suelo para el período 1996-2018.*



En las últimas décadas el Ecuador se han producido varios cambios en su cobertura vegetal natural perdiendo principalmente gran parte de bosques y páramos (Salazar, 2015). La pérdida de bosques concatenado con el aumento de pastos y cultivos en la cuenca del río Mira para el periodo 1996-2018 presenta relación a esta tendencia. Esta situación sucede principalmente por el sobreuso antrópico del recurso suelo (Pinos, 2016) y la excesiva demanda de productos, de esta forma el crecimiento económico a nivel local y regional que promueve el cambio de uso de suelo (He, et al., 2012). La reforma de la Constitución del año 2008 da prioridad a la conservación de bosques debido a que la naturaleza está sujeta a derechos (De Koning, et al., 2011). La pérdida de bosques y ecosistemas nativos ha disminuido en los últimos años gracias a la creación del programa socio bosque que favorece a la conservación de espacios naturales (Salazar, 2015).

*4.1.1. Principales actividades económicas y principales agentes del área de estudio*

Las principales actividades identificadas en el área de estudio son: agricultura, ganadería, industria inmobiliaria, forestal y minera. Cada actividad está representada por su respectivo agente: agrícola, ganadero, inmobiliarios, forestal y minero. Se identificaron

los factores de presión mismos que son impulsores del cambio de uso como: demográficos (aumento poblacional, migración), económicos (pobreza, demanda de mercado, falta de productividad), institucionales (falta de política pública, falta de control y regulación), tecnológicos (desarrollo de infraestructura/vías), culturales (minifundio/herencia, patrones de consumo)

#### *4.2. Causas sociales identificadas del cambio de uso de suelo*

Los factores que impulsan al cambio de uso de suelo son demográficos como aumento poblacional, migración, emigración, factores económicos como la pobreza, intereses económicos, demanda de mercado, falta de productividad), factores institucionales como falta de política pública, falta de control y regulación, factores tecnológicos como desarrollo de infraestructura/vías y factores culturales como minifundio/herencia, patrones de consumo. Además, otros factores identificados por los expertos fueron: necesidades económicas y factores legales como COOTAD y Ley de tierras. Por otro lado, se determinó que las principales actividades económicas que impulsan al cambio de uso de suelo en el área de estudio son expansión agrícola, expansión ganadera, colonización, concesiones mineras, industria forestal y construcción de infraestructura.

A nivel nacional, en cuanto a la concesión de respuestas obtenidas de los expertos se determinó que los actores económicos identificados según su nivel de importancia son: agrícola, urbana/inmobiliaria y minera. Asimismo, dentro de los actores económicos que propician el cambio de uso de suelo en el norte del país específicamente en las provincias Carchi e Imbabura se identificaron al sector agrícola, ganaderos/pecuarios, urbanistas/inmobiliarios, industria forestal y minera. Además, se ha identificado el impacto o influencia de la actividad económica en el cambio de uso de suelo a nivel cantonal. En el estudio se exceptuó el cantón Tulcán y la parroquia Buenos Aires en el cantón Urcuquí debido a que no se encuentran dentro del área de estudio como se detalla en la tabla 12.

**Tabla 12.***Actividades económicas más significativas del cambio de uso de suelo.*

<b>PROVINCIA IMBABURA</b>					
	Agrícola	Ganadero/ pecuario	Urbano/ inmobiliario	Forestal	Minero
<b>Pimampiro</b>	X				X
<b>Ibarra</b>			X		
<b>Otavalo</b>	X		X		
<b>Antonio</b>	X	X	X		
<b>Ante</b>					
<b>Urcuquí</b>	X	X			
<b>Cotacachi</b>	X			X	
<b>PROVINCIA CARCHI</b>					
	Agrícola	Ganadero/ pecuario	Urbano/ inmobiliario	Forestal	Minero
<b>Bolívar</b>	X	X			
<b>Montufar</b>	X	X			
<b>San Pedro</b>	X	X			
<b>de Huaca</b>					
<b>Espejo</b>	X	X			
<b>Mira</b>					X

**Fuente:** Elaboración propia

Se consideró a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales como entes reguladores del cambio de uso de suelo tanto a nivel nacional como a nivel provincial en las provincias Carchi e Imbabura. Al Ministerio de Agricultura y Ganadería y Ministerio del Agua y Ambiente se los identificaron como entes que inciden en dicha regulación.

De un total de 73 comunidades, el 20,5% mencionan que ha habido cambios significativos en cuanto a la pérdida de bosque dentro de sus comunidades, 28,8% mencionan que se ha incrementado los cultivos y pastos, en cuanto al aumento en zonas urbanas 10,9%, las

comunidades restantes valorizaron a estos cambios con una baja puntuación. Los factores que influyen en el cambio de uso de suelo de acuerdo a su nivel de importancia son: demográficos (aumento poblacional y migración), económicos (intereses económicos, pobreza y demanda de mercado), institucionales (falta de regulación y política pública), tecnológicos (desarrollo de vías e infraestructura) y culturales (minifundio/herencia), mismos que se identificaron en base al impacto actual y futuro como se indica en la tabla 13.

**Tabla 13.**

*Factores que influyen en el cambio de uso de suelo en la actualidad y en el futuro.*

		Actual		Futuro	
		N.º		N.º	
		comunidades		comunidades	
<b>Demográficos</b>	Aumento poblacional	22	Medio	34	Aumentará
	Migración	5	Bajo	4	Disminuirá
<b>Económicos</b>	Intereses económicos	21	Medio	22	Seguirá Igual
	Pobreza	8	Medio	8	Aumentará
	Demanda de mercado	4	Medio	5	Aumentará
<b>Institucionales</b>	Falta de política pública	10	Medio	20	Seguirá igual
	Falta de regulación	14	Medio	29	Seguirá igual
<b>Tecnológicos</b>	Desarrollo de vías e infraestructura	29	Medio	48	Seguirá igual
<b>Culturales</b>	Minifundio	36	Medio	45	Seguirá igual

**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a los resultados obtenidos de las entrevistas a los encargados de los Departamentos de Gestión Ambiental en los cantones existentes en el área de estudio se ha determinado que las principales causas subyacentes son: desarrollo económico, crecimiento poblacional, expansión agrícola y ganadera, asimismo, los agentes que predominan al cambio de uso de suelo son los agricultores y ganaderos. De igual manera se identificó los principales factores que generan un mayor impacto en el cambio de uso de suelo los cuales son demográficos (aumento poblacional y migración), económicos (pobreza, intereses económicos y demanda de mercado), institucionales (falta de política pública y regulación), tecnológicos (desarrollo de vías e infraestructura) y culturales (herencia) como se detalla en la tabla 14.

**Tabla 14.***Causas, agentes y factores que influyen en el cambio de uso de suelo.*

Cantón	Factores						
	Conductores Próximos	Agentes	Demográfico	Económico	Institucional	Tecnológico	Cultural
Otavalo	Crecimiento poblacional	Ganaderos	Migración	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Cotacachi	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Demanda de mercado	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Urcuquí	Crecimiento poblacional	Agricultores	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Atuntaqui	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Demanda de mercado	Propiedad privada	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Pimampiro	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Ibarra	Crecimiento poblacional	Urbanistas	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Mira	Desarrollo económico	Agricultores	Migración	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Huaca	Desarrollo económico	Ganaderos	Migración	Pobreza	Propiedad privada	Desarrollo de infraestructura	Patrones de consumo
Bolívar	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Montufar	Desarrollo económico	Ganaderos	Migración	Demanda de mercado	Propiedad privada	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Espejo	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia
Espejo	Desarrollo económico	Agricultores	Aumento poblacional	Pobreza	Falta de política pública y regulación	Desarrollo de infraestructura	Herencia

**Fuente:** Elaboración propia.

Por otra parte, se identificó los reglamentos aplicables dentro de los cantones para el control del cambio de uso de suelo según el orden de jerarquía están Constitución del Ecuador 2008, Código Orgánico de Organización Territorial, Código Orgánico Ambiental, Ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales, Planes de Ordenamiento Territorial (PDOT) de cada cantón, Ley orgánica de ordenamiento territorial uso y gestión del suelo y Ordenanzas Municipales. También se señaló las acciones reguladoras del cambio de uso de suelo por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales que se ubican dentro de la cuenca del río Mira como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15.**

*Acciones reguladoras del cambio de uso de suelo.*

<b>Cantón</b>	<b>Acción reguladora</b>
<b>Otavaló</b>	Permiso de uso de suelo por patente
<b>Cotacachi</b>	Acciones por parte de dirección de planificación y emisión del certificado de uso de suelo
<b>Urququí</b>	Actualización de catastro
<b>Atuntaqui</b>	PDOT, Ordenanzas municipales, ordenanzas ambientales
<b>Pimampiro</b>	Ordenanzas municipales y actualización de PDOT
<b>Ibarra</b>	Ley de tierras y la ordenanza municipal en las zonas rurales
<b>Mira</b>	Régimen estricto al plan de ordenamiento territorial
<b>Huaca</b>	Limitaciones al uso de suelo rural y urbano con reforma del PDOT
<b>Bolívar</b>	Seguimiento de los planes de ordenamiento territorial del cantón
<b>Montufar</b>	PDOT de cada administración

---

**Espejo**

Evaluación de zonas de agricultura y expansiones de terrenos dedicados a la agricultura

---

**Fuente:** Elaboración propia

Conjuntamente, se identificó algunas acciones en la prevención de la expansión de la frontera agrícola y ganadera, por medio de planes de reforestación recuperar ecosistemas degradados con especies nativas. Además, seguimiento realizado por entidades gubernamentales en el cumplimiento del PDOT y ordenanzas sujetas a protección de áreas naturales nativas. Varios Gobiernos Autónomos Descentralizados del área de estudio realizan un consorcio para la conservación y restauración de cobertura vegetal del área del Taita Imbabura, de esta forma se fortalece la vigilancia de áreas protegidas y se delimita zonas urbanas y rurales. Por otro lado, se realizan talleres de socialización de ordenanzas para evitar la expansión de frontera agrícola y ganadera, creación de áreas de conservación y uso sustentable y cercamiento de áreas de ganadería.

En cuanto a los resultados obtenidos por medio de la entrevista realizada a los sectores económicos se determinó las principales actividades que impulsan el crecimiento económico del sector, entre estos: la demanda de productos agrícolas, lácteos, carnes, recursos forestales maderables, recursos mineros como insumo de construcción, además del aumento de espacios para pastoreo. Así mismo, se identificó al aumento poblacional, pobreza, crecimiento económico, demanda de mercado, falta de política pública y regulación e incendios forestales como factores que impulsan el crecimiento de las actividades económicas como se muestra en la tabla 16, donde también se detalla los impactos actuales y futuros demográficos, económicos, institucionales, tecnológicos y culturales.

**Tabla 16.**

*Sectores económicos.*

<b>Asociaciones de agricultores</b>												
Actividad que impulsa crecimiento económico	Factor más significativo	Demográfico		Económico			Institucional			Tecnológico	Cultural	
		AP	Mig.	Po	DM	FP	FPP	FR	PP	DIV	M/H	PC
Demanda de productos agrícolas	Crecimiento económico	Alto	Med	Med	Med	Med	Med	Alto	Med	Med	Med	Med
<b>Ganaderos</b>												
Actividad que impulsa crecimiento económico	Factor más significativo	Demográfico		Económico			Institucional			Tecnológico	Cultural	
		AP	Mig.	Po	DM	FP	FPP	FR	PP	DIV	M/H	PC
Demanda de lácteos, carnes y aumento de espacios para pastoreo	Crecimiento económico	Med	Bajo	Alto	Med	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Med	Med
<b>Inmobiliarias</b>												
Actividad que impulsa crecimiento económico	Factor más significativo	Demográfico		Económico			Institucional			Tecnológico	Cultural	
		AP	Mig.	Po	DM	FP	FPP	FR	PP	DIV	M/H	PC
Demanda de conjuntos habitacionales	Aumento poblacional	Alto	Bajo	Med	Alto	Med	Med	Alto	Med	Med	Med	Bajo
<b>Forestales</b>												
Actividad que impulsa crecimiento económico	Factor más significativo	Demográfico		Económico			Institucional			Tecnológico	Cultural	
		AP	Mig.	Po	DM	FP	FPP	FR	PP	DIV	M/H	PC
Demanda de recursos forestales maderables/ demanda de productos agrícolas y aumento de espacios para pastoreo	Falta de regulación y apoyo por parte del ministerio	Alto	Med	Alto	Alto	Med	Med	Alto	Med	Alto	Med	Med

Mineros													
Actividad que impulsa crecimiento económico	Factor más significativo	Demográfico		Económico			Institucional			Tecnológico	Cultural		
		AP	Mig.	Po	DM	FP	FPP	FR	PP	DIV	M/H	PC	
Demanda de recursos mineros como insumos para la industria	Crecimiento económico	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Med	Alto	Bajo	Bajo

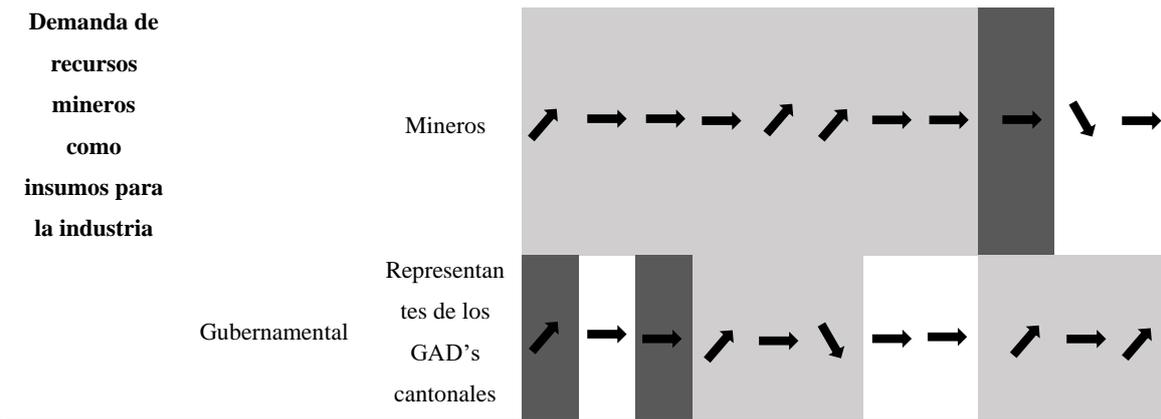
**Fuente:** Elaboración propia (AP: Aumento poblacional, Mig: Migración, Po: Pobreza, DM: Demanda de mercado, FP: Falta de productividad, FPP: Falta de política pública, FR: Falta de regulación, PP: Propiedad privada, DIV: Desarrollo de infraestructura/vías, M/H: Minifundio/Herencia, PC: Patrones de consumo, color rojo: aumentará, color naranja: se mantendrá, color amarillo: disminuirá).

Finalmente, como resultado global de las entrevistas por cada nivel jerárquico, se determinó las causas sociales subyacentes del cambio de uso de suelo como aumento poblacional, migración, pobreza, demanda de mercado, falta de productividad, falta de política pública, falta de regulación, propiedad privada, desarrollo de infraestructura/vías, Minifundio/Herencia y patrones de consumo, cada uno de estos con los impactos actuales y futuros de dichas causas. También se identificó los agentes que propician este cambio y las actividades que impulsan a los agentes a desarrollar cambios en el territorio como se especifica en la tabla 17.

**Tabla 17.**

Causas sociales subyacentes y conductores próximos del cambio de uso de suelo.

<u>Impactos actuales de las causas subyacentes sobre los agentes.</u>																
Alto Impacto			Mediano Impacto				Bajo Impacto									
<u>Tendencias futuras proyectadas de causas subyacentes en los agentes.</u>																
↗ Impactos Crecientes			→ Usuales				↘ Impactos Decrecientes									
Conductores inmediatos		Causas subyacentes		Se identificaron: demográficos (D), económicos (E), institucionales (I), tecnológicos (T) y culturales (C).												
				<u>D</u>	<u>E</u>		<u>I</u>		<u>T</u>	<u>C</u>						
		Actores		Causas												
		Tipos de actores		A	M	P	D	FP	FP	F	PP	DIV	M	P		
				P			M		P	R			/H	C		
<b>Intereses económicos y Expansión agrícola y ganadera</b>  <b>Demanda de productos agrícolas</b>  <b>Demanda de lácteos y carnes, aumento de espacios de pastoreo</b>  <b>Demanda de conjuntos habitacionales</b>  <b>Demanda de recursos forestales maderables/</b>	<b>Habitante/colono</b>     <b>Concesionario/privado</b>	<b>Pequeños propietarios agrícolas y ganaderos (comunidades)</b>     <b>Agrícolas</b>     <b>Ganaderos</b>     <b>Inmobiliario</b>     <b>Forestales</b>	↗	↘	↗	↗	↗	→	→	→	→	→	→	↗		
			↘	↗	↗	↗	↗	↘	→	→	→	→	→	→	→	
			↗	→	↗	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↗
			↗	→	↗	↗	↗	→	↘	→	↗	→	↗	→	→	↗
			↗	→	↗	↗	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→



**Fuente:** Elaboración propia (D: Demográficos, E: Económicos, I: Institucionales, T: Tecnológicos, C: Culturales, AP: Aumento poblacional, M: Migración, P: Pobreza, DM: Demanda de mercado, FP: Falta de productividad, FPP: Falta de política pública, FR: Falta de regulación, PP: Propiedad privada, DIV: Desarrollo de infraestructura/vías, M/H: Minifundio/Herencia, PC: Patrones de consumo.

De forma general se identificó que la principal causa social del cambio de uso de suelo en los pequeños propietarios agrícolas y ganaderos fueron la pobreza y la constante demanda de mercado agrícola. Esto conllevó a que las comunidades expandan sus actividades productivas. El sector agrícola señaló a la falta de política pública como causa directa para el incremento de la demanda y producción agrícola, a diferencia del sector ganadero que indica que la pobreza es la principal causa del incremento de su actividad económica. Sin embargo, otros factores como los patrones de consumo de la población incrementan y mantienen la demanda de productos lácteos. Por su parte, el sector inmobiliario y forestal señalaron que la demanda de vivienda y productos forestales conjuntamente con el aumento de la población, la falta de regulación actual y los patrones de consumo, expanden sus actividades económicas. El sector minero identificó que la demanda de la población por recursos mineros junto al aumento de la población, falta de regulación y aumento de infraestructura originan el incremento de su sector económico. Finalmente, los agentes de regulación y control, representados por los delegados de los Departamentos de Gestión Ambiental de los Gobiernos Autónomos Descentralizados identificaron como causas del cambio el aumento de la población, pobreza y demanda de mercado.

El crecimiento económico está influenciado por la demanda de productos, intereses económicos, expansión de frontera agrícola y falta de productividad, lo cual en conjunto han ocasionado modificaciones de las actividades humanas por cambios temporales en las coberturas de suelo (Gibbs, et al., 2010). La competencia entre productores y nuevos

productos estimula la división de trabajo y aumento de producción, haciendo que exista competitividad de precios de adquisición ante los demandantes que por lo general buscan precios inferiores (Ricoy, 2005) o naturales. El precio natural expresa el costo de producción y se diferencia del precio de mercado que implica el proceso de llegada al punto de venta (Hurtado, 2003).

Además, otro factor del cambio es el aumento poblacional ya que se incrementa de forma exponencial, mientras que los recursos para sostenerla disminuyen progresivamente, lo que implica mayor esfuerzo en el aprovechamiento de recursos naturales (Cavieres y Chávez, 2014). Como solución a la sobreproducción se propone la reducción artificial de los nacimientos, sin embargo, en la actualidad el problema no es consiste en este aumento poblacional que puede terminar con los recursos alimenticios, sino, se produce en el deterioro ecológico (Parra, et al., 2019). Se considera como problema particular no solo al aumento de la población sino a la falta de inversiones económicas y a la carencia de políticas públicas que oferten oportunidades para evitar la emigración y la pobreza (Cavieres y Chávez, 2014). En consecuencia, se desarrolla un descontrolado uso de recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas que genera pérdida de vegetaciones naturales (Mena, et al., 2006).

Es decir, la transformación del suelo se produce por acciones de la sociedad, donde la pobreza es una de las principales causas. Por lo general, las actividades económicas son limitadas y las familias dependen como única fuente de ingresos la agricultura y ganadería (Ali, et al., 2007). Por otro lado, la falta de política pública y regulación en tema ambiental es ineficiente en varias partes del mundo. Los entes reguladores de la gestión de los recursos naturales poseen poca responsabilidad en la protección y gestión sostenible de los recursos, y pocas capacidades debido a los reducidos presupuestos (Qasim, et al., 2013).

Combalicer, et al. (2011) menciona que las actividades generadas por las personas principalmente la agricultura, extracción de madera y deforestación perturban la calidad ambiental. El incremento de la población está relacionado directamente con el aumento de áreas urbanizadas como menciona GOOP (2002) con su estudio realizado en Pakistán, donde explica que la principal actividad de la población es la agricultura produciéndose expansión de tierras agrícolas muy cercanas a los asentamientos urbanos.

Dentro de los factores tecnológicos está el desarrollo de vías e infraestructura que facilita la conexión entre sectores productivos. Pichón (1997), identificó que predios con mayor accesibilidad presentan mayor cantidad de bosque deforestado y mayor incremento de cultivos y pastos. Por tal motivo, el cambio de uso de suelo está estrechamente influenciado por la accesibilidad al territorio, lo cual es importante para la expansión de la agricultura y el comercio, ligando a los productos agrícolas a grandes mercados, lo que provoca una estrategia clave para mejorar la condición económica de pequeños y grandes productores a nivel nacional (García, 2005).

El cambio de uso de suelo empeora por factores culturales como la herencia, Kleeman, et al. (2017) indica que la tendencia tradicional del uso de tierra es debido a los derechos de herencia, no solo referente a prácticas tradicionales sino también a la acelerada fragmentación de tierra por los propietarios. Industrias forestales manifestaron mediante la entrevista que los ingresos económicos que se generan después de la primera tala de bosque primario son altos, pero para una segunda plantación influencia directamente el largo período de tiempo y las ganancias se reduce considerablemente, es por tal motivo que toman la decisión de incrementar cultivos y pastos en el territorio deforestado, debido a que genera ganancias a corto plazo. Un estudio realizado en el cantón Nangaritza en la provincia Zamora Chinchipe, muestra que existen factores directos e indirectos en la toma de decisiones de los propietarios del terreno, por un lado, están los intereses económicos y por otro lado está la conservación de bosques nativos, debido a los incentivos económicos generados por el socio bosque (Salazar, 2015).

#### *4.3.Efectos ambientales del cambio de uso de suelo*

Por medio del índice de calidad ambiental se determinó que para el año de 1996 el efecto ambiental está sobre las coberturas vegetales de bosque, páramo y vegetación arbustiva siendo el bosque la cobertura con más efecto negativo y el área sin vegetación con menor efecto ambiental como se muestra en la tabla 18. De igual manera, en el año 2018 se evidencia un gran efecto ambiental negativo en el bosque, pero para este año también existe efecto ambiental sobre cultivos, páramos y pastos, en donde la zona urbana presenta un menor efecto ambiental como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 18.***Efectos ambientales del año 1996.*

	<b>Año 1996</b>			
	<b>LUA</b>	<b>Evi</b>	<b>TA</b>	
<b>Área sin vegetación</b>	32,007	0,023	5292,442	0,000
<b>Bosque</b>	1952,000	0,196	5292,442	0,072
<b>Cuerpo de agua</b>	16,418	0,160	5292,442	0,000
<b>Cultivos</b>	729,308	0,070	5292,442	0,010
<b>Páramo</b>	641,893	0,260	5292,442	0,031
<b>Pastos</b>	808,333	0,103	5292,442	0,016
<b>Vegetación arbustiva</b>	1088,580	0,157	5292,442	0,032
<b>Zona urbana</b>	25,233	0,033	5292,442	0,000
			<b>Total</b>	0,162

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 19.***Efectos ambientales del año 2018.*

	<b>Año 2018</b>			
	<b>LUA</b>	<b>Evi</b>	<b>TA</b>	
<b>Área sin vegetación</b>	152,103	0,023	5292,442	0,001
<b>Bosque</b>	1531,400	0,196	5292,442	0,057
<b>Cuerpo de agua</b>	16,309	0,160	5292,442	0,000
<b>Cultivos</b>	1893,110	0,070	5292,442	0,025
<b>Páramo</b>	544,629	0,260	5292,442	0,027
<b>Pastos</b>	776,147	0,103	5292,442	0,015
<b>Vegetación arbustiva</b>	336,301	0,157	5292,442	0,010
<b>Zona urbana</b>	42,442	0,033	5292,442	0,000
			<b>Total</b>	0,135

**Fuente:** Elaboración propia

El bosque, páramo y vegetación arbustiva representan ecosistemas frágiles y sensibles al cambio de uso de suelo, donde se pueden presentar mayores problemas ambientales (Liu, et al., 2004), Liu, et al. (2014) en su estudio realizado en el suroeste de China encontró un efecto ambiental negativo sobre las coberturas de: tierras forestales, prados y pastos, lagos. Además, el cambio de uso de suelo y la urbanización afectan negativamente al entorno aumentando el impacto ambiental en el territorio (Liu, et al., 2014).

Yang, et al. (2012) menciona que es importante desarrollar estrategias de mejoramiento de gestión ambiental y desarrollar políticas de uso de suelo que protejan el medio ambiente, dicha política debe cubrir los efectos ambientales del cambio de uso de suelo sobre todo en ecosistemas frágiles e intensificando la vigilancia del suelo urbano, de tierras cultivables y forestales. Existen aspectos como la mejora de la gestión de tierras forestales y pastizales, conservación de bosques y páramos que contribuyan a mejorar la calidad medioambiental del área de estudio como menciona Zhang y Wen (2008).

El cálculo del índice de calidad ambiental reflejó resultados que indican que en el año 1996 la calidad ambiental tenía un valor de 16, 20% y para el año 2018 la calidad ambiental del territorio disminuyó a 13,48% indicando que en el período de tiempo la calidad del medio ambiente en el área de estudio ha disminuido en un 2,72%. Los factores impulsores del cambio de uso de suelo identificados como el incremento de la frontera agrícola y ganadera, mala organización del territorio y a la disminución de coberturas vegetales de bosques y páramos implican baja calidad de vida de la población y con esto limitación y disminución de recursos naturales.

En países de América Latina donde existe un contraste entre el potencial económico de la riqueza de recursos naturales y el deterioro de la calidad de vida y del medio ambiente, producto de esto se evidencian grandes problemas ambientales (Bustíos, et al., 2013). Un estudio realizado en Guiyang China, muestra que para el período 1996-2010 la calidad ambiental del territorio disminuye a causa del aumento de tierras cultivables, tierras sin uso y disminución de tierras pastizales, mientras que para el período de tiempo 2006-2010 disminuyen las tierras no utilizadas, tierras de cultivo y pastizales, es así que la calidad del territorio se ve afectado para este período de tiempo por la creación de urbanización y plantaciones forestales (Liu, et al., 2014).

#### *4.4. Esquema PER (Presión-Estado-Respuesta)*

Se identificaron estrategias que incluyan una planificación de uso sustentable de suelo en relación a las actividades que se generan en el mismo, de esta manera proteger las áreas boscosas y restaurar los espacios degradados, de igual manera guiar a los agricultores y ganaderos en el desarrollo de sus actividades productivas que generen ganancias de forma sustentable y amigable para el medio ambiente. Las estrategias de uso sustentable del

suelo identificadas fueron a) Restauración ecológica en zonas degradadas, b) Política de Desarrollo Rural para reducir la migración, c) Optimización tecnológica agrícola, d) Regulación del desarrollo urbano, avance agrícola y minero, e) Prácticas para conservación de suelo y agua, f) Fortalecimiento de asociaciones agrícolas y g) Educación Agroambiental. Por medio de la aplicación de actividades definidas en los sectores donde se identificaron los cambios de uso de suelo como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20.**

*Diseño de estrategias a través del modelo Presión-Estado-Respuesta.*

<b>AGENTES</b>	<b>PRESIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>RESPUESTA/ ACTIVIDADES</b>	<b>ESTRATEGIA</b>
<b>Comunidades, Agrícolas y Ganaderos</b>	Pobreza, demanda de mercado agrícola,	Aumento de cultivos en 21,96%	Manejo y conservación de cultivos y pastos.	Estrategia a.
	demanda de productos lácteos, falta de política pública y patrones de consumo.	Aumento de pastos en 0,61%	Delimitación de áreas naturales importantes para la conservación ambiental.	Estrategia c.
		Pérdida de bosque en 7,91%		Estrategia d. Estrategia e. Estrategia f. Estrategia g.
<b>Inmobiliarios</b>	Demanda de vivienda, aumento poblacional, falta de regulación y patrones de consumo.	Pérdida de bosque en 7,91%	Zonificación del territorio con la finalidad de delimitar las zonas urbanas y rurales para evitar la expansión urbana.	Estrategia a.
		Aumento de zonas urbanas en 0,33%	Manejo de residuos sólidos y aguas residuales.	Estrategia b. Estrategia d. Estrategia g.
			Uso responsable y eficiente del recurso hídrico.	
<b>Forestales y Mineros</b>	Demanda de la población por recursos mineros y forestales,	Pérdida de bosques en 7,91%	Adquisición de zonas estratégicas para elaborar planes de conservación y declarar zonas de	Estrategia a. Estrategia d. Estrategia g.
		Aumento de áreas sin		

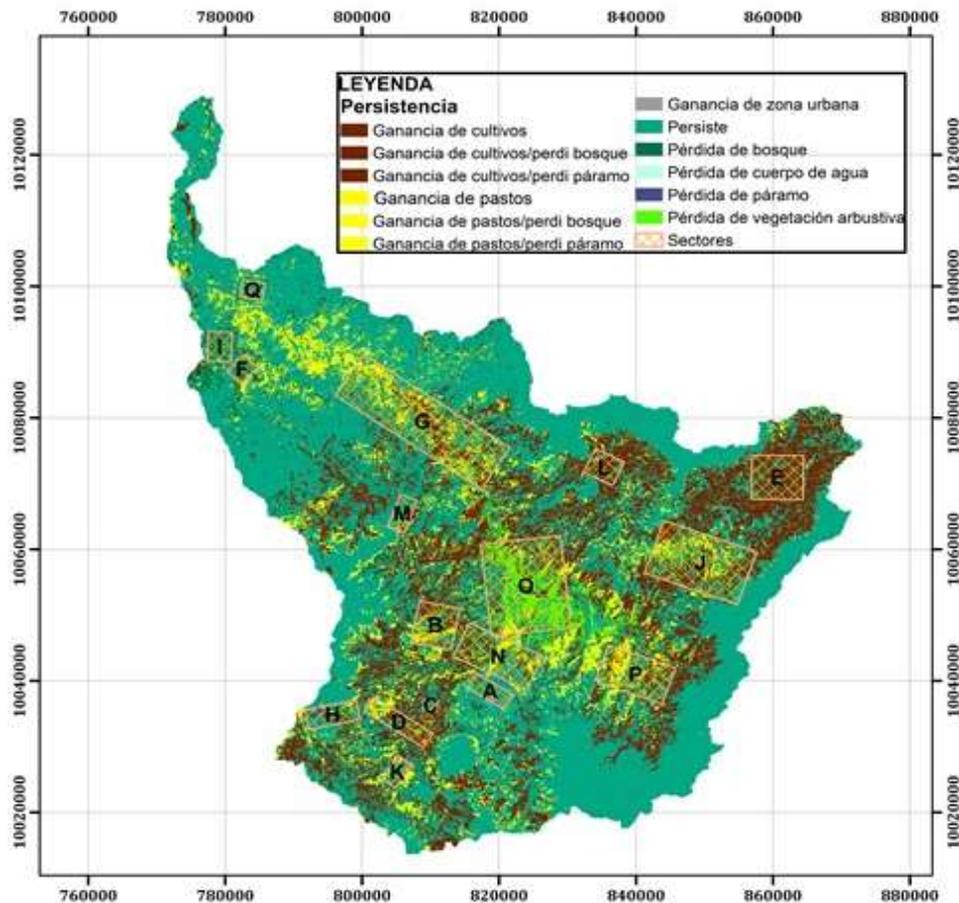
aumento de la población, falta de regulación y aumento de infraestructura.	vegetación en 2,27%  Pérdida de páramos en 1,85%	importancia ambiental.  Implementar acciones de conservación de fauna y flora amenazada, estas acciones se implementan con el fin de promover la conservación de especies.
--	--	--

**Fuente:** Elaboración propia

La aplicación de estrategias y actividades definidas por sectores en base al cambio de uso de suelo y pendientes del área de estudio como se muestra en la figura 5 y 6.

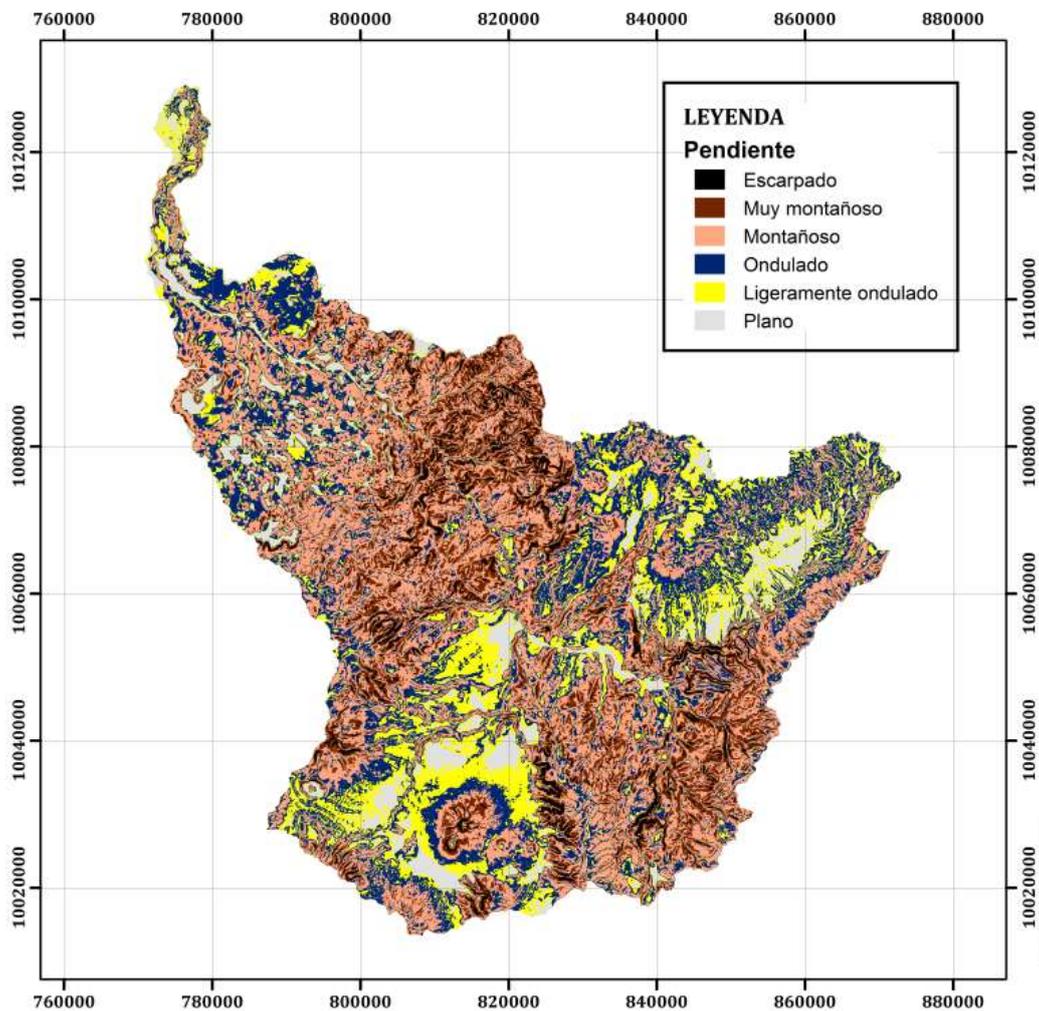
**Figura 5.**

*Mapa de sectores identificados.*



**Figura 6.**

*Mapa de pendientes.*



El desarrollo local de varias ciudades a nivel mundial ha comprometido la cantidad y desgaste de los recursos naturales los cuales han sido usados como materia prima para la producción y desarrollo económico en muchos casos se han considerado como inagotables. Por ejemplo, un estudio realizado en México por Wong (2009) donde menciona que el país presenta sistema de planificación del territorio con políticas regionales deficientes donde no se incluye la dimensión ecológica- ambiental comprometiendo a problemas ambientales y escasos de recursos naturales a las futuras generaciones. Otro estudio realizado en Botswana donde la gestión de uso de suelo relaciona seguridad económica, equidad social, reducción de pobreza y cuidado medioambiental se enfatizó en problemas asociados a la pobreza y degradación donde la población prioriza factores socioculturales y razones económicas (Perkins, et al., 2011).

La planificación del territorio tanto a nivel regional como mundial es deficiente y compromete al agotamiento de los recursos naturales, ya que no se cuenta con sistemas de planificación de uso y gestión del suelo adecuadas.

La gestión de uso sustentable del suelo debe cumplir estrictamente con las políticas de planificación urbana y, por ejemplo, mantener vigentes los sistemas agroecológicos tradicionales que propicien un aumento de la diversidad genética, modernización de sistemas de riego y restauración ecológica de ecosistemas degradados (Egea, et al., 2008). La planificación correcta de uso de suelo debe relacionar directamente el uso principal del suelo con la capacidad del mismo (De la Rosa, et al., 2009) y por supuesto no olvidar las necesidades de los actores.

La restauración ecológica de zonas degradadas se aplica en varias partes del mundo, en México la restauración de áreas afectadas en ecosistemas de importancia ha sido de gran utilidad para recuperar bosques que sirven para mantener calidad ambiental del territorio (López, et al., 2017). Por otra parte, Chile aplica políticas nacionales de desarrollo rural que abarca un conjunto de lineamientos estratégicos, mismo que permiten un desarrollo territorial integrado (OCDE, 2009). Respecto a la Optimización agrícola, se realizan actividades y se mejoran los sistemas agrícolas con el fin de hacerlos más competitivos y reducir los costos de producción. De esta manera aumentar la productividad para abastecer la demanda de productos y mejorar la rentabilidad de la población (Duarte, et al., 2003).

La regulación del desarrollo urbano, avance agrícola y minero está dirigido a asumir, ordenar, fomentar, contener y detener el crecimiento de estas actividades. Se realiza por medio de medidas que frenen el progreso de estas actividades en zonas importantes para la conservación del territorio (Rullan, 2011). Por otro lado, las buenas prácticas para conservación de suelo y agua permiten mejorar o evitar el deterioro de la capa fértil del suelo, de esta manera generar un ambiente sustentable para generaciones futuras (Silva, 2014). Además, el fortalecer las organizaciones agrícolas con el propósito de aumentar ingresos mediante el mejoramiento agrícola y comercialización. De esta manera, representantes se organizan para trabajar en bien de los agrícolas y el cuidado del ambiente con buenas prácticas agrícolas (Rondot y Collion, 2001).

Finalmente, la educación ambiental incrementa la concientización y el conocimiento de los problemas ambientales y cuidados del medioambiente (Quintana-Arias, 2017). Al realizar una educación medioambiental activa con la población es posible brindar herramientas para la toma de decisiones y medidas responsables en bien de los ecosistemas (Núñez, et al., 2012).

En definitiva, las estrategias se aplican en base a los problemas sociales identificados por cada tipo de actor, buscan estabilizar el cambio de uso de suelo a través de la comprensión de sus orígenes y posibles impactos. Las estrategias planteadas coinciden con actividades propuestas por Ayerdis (2017) para el uso sustentable del suelo como: programas de restauración ecológica, elaboración de políticas, planes, programas y proyectos, educación ambiental y buenas prácticas de manejo y conservación de suelo. Es decir, las estrategias se articulan dentro del uso sustentable del suelo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

En la cuenca media alta del río Mira existe una variación en las coberturas naturales vegetales a causa del cambio de uso de suelo que afecta a los bosques nativos, vegetación arbustiva y páramos, esto a causa de diferentes fuerzas identificadas, entre estas, el aumento poblacional, la demanda de mercado, la pobreza, falta de política pública y regulación, construcción de infraestructuras o vías y factores culturales como la herencia. El aumento poblacional ligado directamente a la creación de áreas urbanas conlleva a la expansión de la frontera agrícola y ganadera con la finalidad de satisfacer necesidades básicas de la población.

Se determinó que en el área de estudio existe efecto ambiental negativo sobre la calidad ambiental del territorio, esto a causa del incremento de la frontera agrícola y ganadera, gracias a esta investigación en el período de 1996-2018 existió mayor efecto ambiental negativo sobre las coberturas: bosques, páramos, pastos y cultivos, disminuyendo en un 2.72% la calidad ambiental del área de estudio.

El uso del método Presión-Estado-Respuesta concatenó las causas del cambio de uso de suelo con la situación actual de cambio de cobertura y de este modo se generaron Estrategias de Uso de Suelo Sostenible. Así se aborda la complejidad del problema debido que se planifica el uso del recurso suelo de una manera holística, teniendo como base las causas sociales que lo originan.

Las causas sociales del cambio de uso de suelo se producen esencialmente por la demanda de productos, lo cual generan un incremento de actividades antrópicas, avance de la frontera agrícola-ganadera y como consecuencia pérdida de cobertura vegetal y degradación de la calidad ambiental del territorio. Para mitigar el estado actual del territorio en la cuenca media alta del río Mira se determinó las siguientes estrategias: a) Restauración ecológica en zonas degradadas, b) Política de Desarrollo Rural para reducir la migración, c) Optimización tecnológica agrícola, d) Regulación del desarrollo urbano,

avance agrícola y minero, e) Prácticas para conservación de suelo y agua, f) Fortalecimiento de asociaciones agrícolas y e) Educación Agroambiental.

El desarrollo de las estrategias solucionará los problemas del cambio de uso de suelo y el vínculo de actores locales, estos a su vez ayudarán en la aplicación de estrategias sectorizadas que solucionen las causas como pobreza, aumento poblacional, demanda de mercado, falta de política pública y regulación que originan este cambio.

## **5.2. Recomendaciones**

Las imágenes satelitales que se usen para la clasificación de uso de suelo y cobertura vegetal deberían ser descargadas bajo ciertos criterios como: buena resolución y un mínimo porcentaje de nubosidad, esto favorecerá a una mejor identificación de las coberturas vegetales del área de estudio.

Realizar constantes monitoreos y análisis de los cambios en el suelo y en las coberturas vegetales, por medio de herramientas de teledetección que proporcionan información precisa del territorio de esta forma cuantificar las ganancias y pérdidas en el área de estudio, información clave que sirve como base para la toma de decisiones por parte de gobiernos autónomos descentralizados.

Aplicar las actividades propuestas en cada estrategia de este estudio por parte de las entidades gubernamentales competentes para mitigar, prevenir y conservar las coberturas vegetales importantes que contribuyen a mejorar la calidad ambiental del territorio.

Los datos de este trabajo de investigación, fueron obtenidos antes de la aparición del COVID-19. Es por eso que es recomendable realizar un estudio post COVID-19, para analizar los cambios de uso de suelo perpetuados durante la pandemia.

## REFERENCIAS

- Ali, T., Shabaz, B., y Suleri, A. (2007). Analysis of myths and realities of deforestation in northwest Pakistan: implications for forestry extension. *International Journal of Agriculture & Biology*, 8(1), 107–110.
- Alvarado, H., y Rodríguez, F. (2013). Cambios de uso de suelo y crecimiento urbano. Estudio de caso en los municipios conurbados de la Mancomunidad Metrópoli de los Altos, Quetzaltenango, Guatemala. *Tecnología en marcha*, 27(1), 105-113. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i1.1701>
- Anand, J., Gosain, A., y Khosa, R. (2018). Prediction of land uses changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model. *Science of the Total Environment*, 644, 503-519. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.017>
- Aragón, E. (2015). *Cambio de uso de suelo y apropiación del espacio en el Ejido de San Andrés Mixquic* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Metropolitana, México. <http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografiahumana/wp-content/uploads/2019/07/Tesis-Erick-Aragon-2015.pdf>
- Arenas, S., Haeger, J., y Jordano, D. (2011). Aplicación de técnicas de teledetección y GIS sobre imágenes Quickbird para identificar y mapear individuos de peral silvestre (*Pyrus bourgeana*) en bosque esclerófilo mediterráneo. *Revista de la Asociación Española de Teledetección*, 35, 55-71.
- Aronoff, S. (1989). Geographic information systems: A management perspective. *WDL publications*. 4(4), 58-96. <https://doi.org/10.1080/10106048909354237>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008, 20 de octubre). Constitución del Ecuador. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2010, 19 de octubre). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD). [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017, 12 de abril). Código Orgánico del Ambiente (COA). [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Baumgartner, P., von Braun, J., Abebaw, D., y Muller, M. (2015). Impacts of Large-scale Land Investments on Income, Prices, and Employment: Empirical Analyses in

- Ethiopia. *World Development*, 72, 175-190.  
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.02.017>
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. 13(2), 90-97.
- Berkes, F., Folke, C., y Colding, J. (1998). *Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge University Press.
- Bernsel, A., Viklund, H., Falk, J., Lindahl, E., von Heijne, G., y Elofsson, A. (2008). Prediction of membrane-protein topology from first principles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(20), 7177–7181.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.0711151105>
- Betru, T., Tolera, M., Sahle, K., y Kassa H. (2019). Trends and drivers of land use/land cover change in Western Ethiopia. *Applied Geography*, 104, 83–93.  
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.02.007>
- Bocco, G., Mendoza, M., y Masera, O. (2001). La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 6(44), 18-38.
- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H., y Lammel, J. (2004). Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. *European Journal of Agronomy*, 20 (3), 247-264.  
[https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(03\)00024-8](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00024-8)
- Briassoulis, H. (2013). *Encyclopedia of Land use, land cover and soil sciences*. EOLSS Publishers.
- Burbano-Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos. *Revista Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-124.  
<http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>.
- Burrough, P., McDonnell, R., y Lloyd, C. (2000). *Principles of Geographical Information Systems*. Bell & Bain Ltd.
- Bustíos, C., Martina, M., y Arroyo, R. (2013). Deterioro de la calidad ambiental y la salud en el Perú actual. *Revista Peruana de Epidemiología*, 17(1), 1-9.

- Bunce, R., Barr, C., y Fuller, R. (2004). Integration of methods for detecting land use change, with special reference to Countryside Survey 1990. *Land Use Changes: the causes and consequences*. London, HMSO. 69-78.
- Buzai, G., y Principi, N. (2017). Identification of potential areas of land-use conflict in the Lujan river basin, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 3(59), 125-157. <https://doi.org/10.15359/rgac.3-59.5>
- Calero, W. (2017). Transition matrices, a tool to assess the sustainability of agroforestry systems. *Revista Universitaria del Caribe*, 19(2), 63-75. <http://dx.doi.org/10.5377/ruc.v19i2.647>
- Canales, A. (2004). Retos teóricos de la Demografía en la sociedad contemporánea. *Papeles de población*, 10(40), 48-69.
- Cárcamo, A., y Rejas, J. (2015). Análisis multitemporal mediante teledetección espacial y SIG del cambio de cobertura del suelo en el municipio de Danlí, El Paraíso, en los años 1987-2011. *Revista Ciencias Espaciales*, 8(2). 259-271. <https://doi.org/10.5377/ce.v8i2.2081>
- Carodenuto, S., Merger, E., Essomba, E., Panev, M., Pistorius, T., y Amougou, J. (2015). A Methodological Framework for Assessing Agents, Proximate Drivers and Underlying Causes of Deforestation: Field Test Results from Southern Cameroon. *Forest*, 6. 203-224. <https://doi.org/10.3390/f6010203>
- Caulfield, M., Bouniol, J., Fonte, S., y Kessler, A. (2019). How rural out-migrations drive changes to farm and land management: A case study from the rural Andes. *Land Use Policy*, 81, 594-603. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.11.030>
- Cavieres, E., y Chávez, P. (2014). ¿Neomalthusianismo o falta de desarrollo social? a propósito de población y oportunidades en Arica en las últimas décadas. *Diálogo andino*, 45, 119-129.
- Cegielska, K., Noszczyk, T., Kukulska, A., Szylar, M., Hernik, J., Dixon-Gough, R., Jombach, S., Valánszki, I., y Filepné Kovács, K. (2018). Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. *Land Use Policy*, 78, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.017>
- Chamorro, D. (2019). *Análisis multitemporal de los patrones espaciales del paisaje en el Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9981/2/03%20RNR%20344%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

- Chaudhary, S., Chettri, N., Uddin, K., Khatri, T., Dhakal, M., Bajracharya, B., y Ning, W. (2016). Implications of land cover change on ecosystems services and people's dependency: A case study from the Koshi Tappu Wildlife Reserve, Nepal. *Ecological Complexity*, 28, 200-211.
- Chen, H., Liu, J., Wang, K., y Zhang, W. (2011). Spatial distribution of rock fragments on steep hillslopes in karst region of northwest Guangxi, China. *Catena*, 84(1-2), 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.08.012>
- Chiesura, A., y de Groot, R. (2003). Critical natural capital: a socio-cultural perspective. *Ecological Economics*, 44 (1-2), 219-231. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00275-6)
- Chuvieco, E. (1990). *Fundamentos de teledetección espacial segunda edición*. Ediciones Rialp, S.A.
- Combalicer, M., Kim, D., Lee, D., Combalicer, E., Cruz, R., y Im, S. (2011). Changes in the forest landscape of Mt. Makiling Forest Reserve, Philippines. *Forest Science and Technology*, 7(2), 60-67. <https://doi.org/10.1080/21580103.2011.572615>
- Conglaton, R. (1990). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Enviromental*, 37, 35-46. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., y Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?. *Ecosystem Services*, 28, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Cure, L. (2012). *Cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de la cuenca del río Déleg* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9981/2/03%20RNR%20344%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- De Groot, R., Wilson, M., y Boumans, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- De Koning, F., Aguiñaga, M., Bravo, M., Chiu, M., Lascano, M., Lozada, T., y Suarez, L. (2011). Bridging the gap between forest conservation and poverty alleviation:

- the Ecuadorian Socio Bosque program. *Environmental Science & Policy*, 14, 531-542. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.04.007>
- De la Rosa, D., Anaya, M., Diaz, E., Heredia, N., y Shahbazi, F. (2009). Soil-specific agro-ecological strategies for sustainable land use – A case study by using MicroLEIS DSS in Sevilla Province (Spain). *Land Use Policy*, 26(4), 1055-1065. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.01.004>
- Delgado, M., Luz, A., Matteucci, S., Acevedo, M., Valeri, C., Blanca, R., y Márquez, J. (2017). Causas directas que inducen el cambio de uso de suelo y de la cobertura boscosa, a escala de paisaje en el Sur de Venezuela. *Interciencia*, 42(3), 148-156.
- Demissie, F., Yeshitila, K. Kindu, M., y Schneider, T. (2017). Land use/Land cover changes and their causes in Libokemkem District of South Gonder, Ethiopia. *Remote sensing applications*, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2017.10.001>
- Deng, X., Liu, Q., Deng, Y., y Mahadevan, S. (2016). An improved method to construct basic probability assignment based on the confusion matrix for classification problem. *Information sciences*, 15(41), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.033>
- Desalegn, T., Cruz, F., Kindu, M., Turrión, M., y Gonzalo, J. (2014). Land-use/land-cover (LULC) change and socioeconomic conditions of local community in the central highlands of Ethiopia. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(5), 406-413. <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.961181>
- Dobbs, C., Nitschke, C., y Kendal, D. (2017). Assessing the drivers shaping global patterns of urban vegetation landscape structure. *Science of the Total Environment*, 592, 171-177. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.058>
- Du, X., y Huang, Z. (2017). Ecological and environmental effects of land use change in rapid urbanization: The case of Hangzhou, China. *Ecological Indicators*, 81 (1), 243-251. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.040>
- Duarte, O., Pulido, J., Silva, J., y Holmann, F. (2003). Modelo de optimización para los sistemas de producción agropecuarios de la microrregión Valle del Cesar, Colombia. *Revista Corpoica*, 4(1), 6-14.
- Egea, J., Monreal, C., y Egea, J. M. (2008). Huertas tradicionales y variedades locales del valle de Ricote i. estrategias de gestión y conservación. *Comunicación*, 1, 1-14.
- Ehrlich, P., Kareiva, P., y Daily, G. (2012). Securing natural capital and expanding equity to rescale civilization. *Nature*, 486, 68-73. <http://doi.org/10.1038/nature11157>

- Elizalde, A. (2003). *Planificación estratégica territorial y políticas públicas para el desarrollo local*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7285/1/S03266\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7285/1/S03266_es.pdf)
- Endara, F. (2018). *Efectos de la deforestación en la producción de caudales en la cuenca media alta del río mira para el período 2000-2014* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8459>
- Endara, R., y Arias, P. (2020). Efectos de la deforestación en la producción de caudales en la cuenca media alta del río mira para el período 2000–2014. En P. Aguirre Mejía (Ed.), *Estrategias de adaptación al cambio climático: El caso de la cuenca del río Mira* (pp. 21-43). Editorial Cuvillier Gotinga. Ecuador.
- Erb, K. (2012). How a socio-ecological metabolism approach can help to advance our understanding of changes in land-use intensity. *Ecological Economics*, (76)34, 8–14. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.02.0057>
- Escandón, J., Ordóñez, J., Nieto, M., y Ordóñez, M. (2009). Cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo del 2009 al 2009 en Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 27-53. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.135>
- Falcucci, A., Maiorano, L., y Boitani, L. (2007). Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecology*, 22, 617-631. <http://doi.org/10.1007/s10980-006-9056-4>
- Fierro, D., y Jiménez, L. (2011). *Caracterización de la Microcuenca del río Manzano, Cantón Alausí, Provincia de Chimborazo y Propuesta de Plan de Manejo, Utilizando Herramientas SIG* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/4288>
- Finkelman, R., y Greb, S. (2008). Environmental and Health Impacts. *Applied Coal Petrology*, 263-287. <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-045051-3.00010-5>
- Flores, A. (2018). *Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal e influencia del programa socio bosque, en la parroquia Nono, periodo 1990-2016* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15890>
- Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], (2019). *Atlas socioambiental de las Cuencas Transfronterizas Mira y Mataje. Aportes para su Ordenamiento y Gestión Integral Colombia - Ecuador*. Cali, Colombia.

[http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/atlas\\_socioambiental\\_de\\_las\\_cuencas\\_mira\\_y\\_mataje\\_aportes\\_para\\_su\\_ordenamiento\\_y\\_gestion.pdf](http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/atlas_socioambiental_de_las_cuencas_mira_y_mataje_aportes_para_su_ordenamiento_y_gestion.pdf)

- Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], (2019). *Reporte de Salud de las cuencas binacionales de los ríos Mira y Mataje, Ecuador y Colombia 2019*. [https://www.wwf.org.ec/noticias\\_publicaciones\\_y\\_multimedia/publicaciones/?uNewsID=350871](https://www.wwf.org.ec/noticias_publicaciones_y_multimedia/publicaciones/?uNewsID=350871)
- Gao, J., Li, F., Gao, H., Zhou, C., y Zhang, X. (2016). The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, 163(1), 148-155. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.049>
- García, F. (2005). El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización. *Revista de Ciencias Naturales*, 25, 71-88.
- García, J., Cedillo, J., Pérez, J., y Balderas, M. (2012). Procesos de cambio en el uso del suelo de una microcuenca en el altiplano mexicano. el caso del río San José en el Estado de México. *Papeles de geografía*, 55(56), 63-73.
- García, J., Noriega, S., Díaz, J., y de la Riva, J. (2005). Aplicación del proceso de jerarquía analítica en la selección de tecnología agrícola. *Agronomía Costarricense*, 30(1), 107-114.
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Senisterra, G., Denegri, G., Delgado, M., y Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *AUGMDOMUS*, 4, 143-158.
- Geist, H., y Lambin, E. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *BioScience*, 52(2), 143–150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2)
- Gerber, N., Nkonya, E., y von Braun, J. (2014). Marginality: addressing the nexus of poverty, exclusion and ecology. En J. Von Braun y F. Gatzweiler (Eds.), *Land Degradation, Poverty and Marginality* (págs. 181–202). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7061-4>
- Gibbs, H., Ruesch, A., Achard, F., Clayton, M., Holmgren, P., Ramankutty, N., y Foley, J. (2010). Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *PNAS*, 107(38), 16732–16737. <https://doi.org/10.1073/pnas.0910275107>
- Girardin, P., Bockstaller, C., y van der Werf, H. (2000). Assessment of potential impacts of agricultural practices on the

- environment: the AGRO\*ECO method. *Environmental Impact Assess*, 20, 227–239.
- GOP, (2002). Economic Survey of Pakistan. Ministry of Finance, Government of Pakistan, Islamabad.
- Gorman, J., Griffiths, A., Whitehead, P., y Petheram, L. (2008). Production from marginal lands: indigenous commercial use of wild animals in northern Australia. *International Journal of Sustainable Management and Ecology*, 15, 1-11. <https://doi.org/10.3843/SusDev.15.3:7>
- Grigoras, G., y Uritescu, B. (2019). Land Use/Land Cover changes dynamics and their effects on Surface Urban Heat Island in Bucharest, Romania. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, 80, 115-126. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.03.009>
- Guttman, E., Sánchez, C., Cuervo de Forero, A., y Ramírez, J. (2004). *Diseño de un sistema de Indicadores socio ambientales para el Distrito Capital de Bogotá*. Naciones Unidas.
- Halmy, M., Gessler, P., Hicke, J., y Salem, B. (2015). Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Appl. Geography*, 63, 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.06.015>
- Hammouri, N., y Naqa, A. (2007). Hydrological modeling of ungauged wadis in arid environments using GIS: a case study of Wadi Madoneh in Jordan. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 24(2), 185-196.
- Hanumantha, R. (2000). Watershed Development in India: Recent Experience and Emerging Issues. *Economic and Political Weekly*, 35(45). 3943-3947.
- Hay, G., y Castilla, G. (2008). Geographic object-based image analysis (GEOBIA): a new image name for a new discipline. *Object-Based Image Analysis*, 18, 75–89. [http://doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9\\_4](http://doi.org/10.1007/978-3-540-77058-9_4)
- He, C., Huang, Z., y Wang, W. (2012). Cambios en el uso del suelo y crecimiento económico en China. *Land Lines*, 17-21.
- Hevia, A. (2003). *Planificación estratégica territorial y políticas públicas para el desarrollo local*. Naciones Unidas.
- Heynen, N., Perkins, H., y Roy, P. (2006). The political ecology of uneven urban green space: impact of political economy on race and ethnicity in producing environmental inequality in Milwaukee. *Urban*, 42(1), 3-25. <https://doi.org/10.1177/1078087406290729>

- Hou, Y., Zhou, S., Burkhard, B., y Muller, F. (2014). Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *Science of The Total Environmet*, 490, 1012-1028. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.071>
- Houghton, R., y Hackler, J. (2006). Emissions of carbon from land use change in sub-Saharan Africa. *Journal of Geophysical Research*, 111, 1-12. <https://doi.org/10.1029/2005JG000076>
- Hurtado, J. (2003) La teoría del calor de Adam Smith: La cuestión de los precios naturales y sus interpretaciones. *Cuadernos de economía*, 22(28), 18-45.
- Ibarra, J., Román, R., Gutiérrez, K., Gaxiola, J., Arias, V., y Bautista, M. (2011). Cambio en la cobertura y uso del suelo en el Norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro en un contexto del cambio climático. *Revista Ambiente y Agua*, (6)2, 111-128. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.189>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], (2010). Proyección de la población ecuatoriana, por años calendario, según cantones.
- Kindu, M., Schneider, T., Teketay, T., y Knok, T. (2016). Changes of ecosystem service values in response to land use/land cover dynamics in Munessa–Shashemene landscape of the Ethiopian highlands. *Science of the Total Environment*, 547, 137-147. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.127>
- Kiusi, A., y Naqa, A. (2013). GIS based Spatial Groundwater Recharge estimation in the Jafr basin, Jordan - Application of WetSpas models for arid regions. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 30 (1), 96-109.
- Kleemann, J., Baysal, G., Bulley, H., y Fürst, C. (2017). Assessing driving forces of land use and land cover change by a mixed-method approach in north-eastern Ghana, West Africa. *Journal of Environmental Management*, 196, 411–442. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.01.053>
- Klug, H., y Kmoch, A. (2015). Operationalizing environmental indicators for real time multi-purpose decision making and action support. *Ecological Modelling*, 295, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.04.009>
- Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans,

- R., Li, X., Moran, E., Mortimore, M., Ramakrishnan, P., Richards, J., ... Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11 (4), 261–269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3)
- Lambin, E., y Geist, H. (2006). *Land-Use and Land-Cover Change*. Local Processes and Global Impacts.
- Lambin, E., y Meyfroidt, P. (2011): Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *PNAS*, 108(9), 3465-3472. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100480108>
- Landis, J., y Koch, G. (1977). An Application of Hierarchical Kappa-type Statistics in the Assessment of Majority Agreement among Multiple Observers. *Biometrics*, 33(2), 363-374. <https://doi.org/10.2307/2529786>
- Le Maitre, D., Milton, S., Jarman, C., Colvin, C., Saayman, I., y Vlok, J. (2007). Linking ecosystem services and water resources: landscape-scale hydrology of the Little Karoo. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(5), 261-270. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[261:LESAWR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[261:LESAWR]2.0.CO;2)
- Li, R., Dong, M., Cui, J., Zhang, L., Cui, Q., y He, W. (2007). Quantification of the impact of land-use changes on ecosystem services: a case study in Pingbain County, China. *Environ Monit Assess.* 128, 503-510. <http://doi.org/10.1007/s10661-006-9344-0>
- Li, X., Ma, Y., Xu, H., Wang, J., y Zhang, D. (2009). Impact of land use and land cover change on environmental degradation in lake Qinghai watershed, northeast Qinghai-Tibet Plateau. *Land Degradation and Development*, 20, 69-83. <https://doi.org/10.1002/ldr.885>
- Liu, Z., Groves, C., Yuan, D., y Meiman, J. (2004). *South China Karst Aquifer Storm-Scale Hydrochemistry*. *Ground Water*, 42(4), 491–499. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2004.tb02617.x>
- Liu, Y., Huang, X., Yang, H., y Zhong, T. (2014). Environmental effects of land-use/cover change caused by urbanization and policies in Southwest China Karst area - A case study of Guiyang. *Habitat International*, 44, 339–348. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2014.07.009>

- Lloré, I., y Rodríguez, S. (2005). *Evaluación de impactos ambientales y propuesta del plan de manejo ambiental del proyecto de riego Ambuqui* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/7/03%20REC%2068%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>
- López, V., Balderas, M., Chávez, M., Pérez, J., y Gutierrez, J. (2014). Cambio de uso del suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del antiplano mexicano. *Ciencia*, 22(2). 136-144.
- López, F., Martínez, C., y Ceccon, E. (2017). Ecología de la restauración en México: estado actual y perspectivas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 97-112. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.001>
- Mekonnen, Z., Tadesse, H., Woldeamanuel, T., Asfaw, Z., y Kassa, H. (2018). Land use and land cover changes and the link to land degradation in Arsi Negele district, Central Rift Valley, Ethiopia. *Remote Sensing Applications*, 12, 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2018.07.012>
- Mena, C., Bilsborrow, R., y McClain, M. (2006). Socioeconomic Drivers of Deforestation in the Northern Ecuadorian Amazon. *Environmental Management*, 37(6), 802-815. <http://doi.org/10.1007/s00267-003-0230-z>
- Mena, C., Gajardo, J., Ormazábal, Y., Morales, Y., y Montecinos, R. (2006). Teledetección y Sig en el Ámbito Forestal: Experiencias en Chile. *Guarapuava*, 2, 171-185.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (10 de abril de 2019). *Sistema Nacional de Información*. <https://sni.gob.ec/coberturas>
- Metzger, M., Rounsevell, M. Acosta, L., Leemans, R., y Schroter, D. (2006). The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 114(1). 69-85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.025>
- Miura, S., Amacher, M., Hofer, T., San-Miguel-Ayanz, J., Ernawati., y Thackway, R. (2015). Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 352, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.039>
- Molina, D., y Núñez, J. (2017). *Impacto del cambio de uso de suelo sobre los servicios ambientales y biodiversidad en una subcuenca en el Municipio de Calera* (tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14616/1/TESIS%20DEFINITIVA.pdf>

- Montero, A., y Viales, R. (2015). The theory of change in the landscape from land use and land cover change (LUCC approach). Its usefulness in environmental history. *Revista Reflexiones*, 94 (2), 25-33.
- Moscoso, C. (2007). *Cambios de usos y cobertura de suelo y sus efectos sobre la escorrentía urbana. Valparaíso y Viña del Mar, período 1980-2005* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile. [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/moscoso\\_c2/sources/moscoso\\_c2.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/moscoso_c2/sources/moscoso_c2.pdf)
- Núñez, M., Torres, A., y Álvarez, N. (2012). Evolución e importancia de la Educación Medioambiental: su implicación en la educación superior. *Educación y futuro*, 26, 155-171.
- Neri, A., Dupin, P., y Sánchez, L. (2016). A Pressure-State-Response Approach to Cumulative Impact Assessment. *Cleaner Production*, 126, 288-298.
- Nielsen, P. (2013). Automatic registration of grazing behaviour in dairy cows using 3D activity loggers. *Applied Animal Behaviour Science*, 148(3-4), 179-184. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.09.001>
- NOAA. (2015). *What is the difference between land cover and land use?* <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lclu.html>
- OCDE (2009). *Política nacional de desarrollo rural: Mejor calidad de vida y más oportunidades 2014-2024*. Territorial Reviews.
- Okoli, C., y Pawlowski, S. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Organización de Naciones Unidas. (2000). *Declaración del Milenio*.
- Organización de las Naciones Unidas (2014). *Ordenamiento Territorial en el Municipio: Una guía metodológica*. <http://www.fao.org/3/a-i3755s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Estado mundial del recurso suelo: Resumen técnico*. <http://www.fao.org/publications/sofa/2016/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2003). *Evaluación de tierras con metodologías de FAO, Documento de trabajo*.

[http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/accalim/pdf/mex2003.pdf](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/accalim/pdf/mex2003.pdf)

- Pearson, D., y Gorman, J. (2010). Managing the landscapes of the Australian Northern Territory for sustainability: Visions, issues and strategies for successful planning. *Futures*, 42, 711-722. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.04.008>
- Peng, J., Xu, Y., Cai, Y., y Xiao, H. (2011). The role of policies in land use/cover change since the 1970s in ecologically fragile karst areas of Southwest China: A case study on the Maotiaohe watershed. *Environmental Science and Policy*, 14(4), 408-418. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.03.009>
- Pérez, C. y Muñoz, A. (2006). *Teledetección: Nociones y Aplicaciones*. CampEditorial.
- Peña, J., Bonet, A., Bellot, J., Sánchez, J., Eisenhuth, D., Hallett, S., y Aledo, A. (2007). Driving forces of land-use change in a cultural landscape of Spain. A preliminary assessment of the human-mediated influences. *Modelling Land-Use Change*, 97-115. [http://doi.org/10.1007/1-4020-5648-6\\_6](http://doi.org/10.1007/1-4020-5648-6_6)
- Perkins, J., Reed, M., Akanyang, L., Athlopheng, J., Chanda, R., Magole, L., Mphinyane, W., Mulale, K., Sebego, R., Fleskens, L., Irvine, B., y Kirkby, M. (2011). Making land management more sustainable: experience implementing a new methodological framework in Botswana. *Land degradation & development*. 1-15. <https://doi.org/10.1002/ldr.1142>
- Pichón, F. (1997). Settler Households and Land-Use Patterns in the Amazon: Farm-Level Evidence from Ecuador. *World Development*, 25(1), 67-91. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00091-5](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00091-5)
- Pijal, A. (2015). *Efecto de las estructuras conservacionistas en la recuperación de suelos degradados en la cuenca media alta del río Mira* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Pineda, O. (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante percepción remota en el municipio de Valle de Santiago* (tesis de maestría). Centro Público de Investigación, México. <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/41/1/21-2011-Tesis-Pineda%20Pastrana%2C%20Oliva%20Maestra%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- Pinos, N. (2016). Prospective land use and vegetation cover on land management - Case canton Cuenca. *Estoa*, 9(5), 7-19. <https://doi.org/10.18537/est.v005.n009.02>

- Pires, A., Morato, J., Peixoto, H., Botero, V., Zuluaga, L., y Figueroa, A. (2017). Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management. *Science of The Total Environment*, 578, 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.217>
- Planificación ante el cambio climático. (2013). *Recomendaciones técnicas de las Medidas de Mitigación: Sector Agricultura* (8.4). <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Mitigacion/23.pdf>
- Ponce, B. (2010). *Detección y análisis del cambio de uso del suelo en la zona centro - norte de la provincia de Capitán Prat, XI Región período 1984-2003* (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Pozo, G. (2017). *Riesgo de deslizamientos, caídas de bloques y movimientos en masa en las vías de primer orden de la cuenca baja del río Apaquí, tramo El Juncal-Bolívar* (tesis de maestría). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7012>
- Qasim, M., Hubacek, K., y Termansen, M. (2013). Underlying and proximate driving causes of land use change in district Swat, Pakistan. *Land Use Policy*, 34(3), 146-157. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.02.008>
- Qi, X., Wang, K., y Zhang, C. (2013). Effectiveness of ecological restoration projects in a karst region of southwest China assessed using vegetation succession mapping. *Ecological Engineering*, 54, 245-253. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.01.002>
- Quintana-Arias, R. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza Territorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(2), 927-949. <https://doi.org/10.11600/1692715x.1520929042016>
- Quintero, M. E., Quintero, M., y Vila, J. (2018). Exploring land use/land cover change and drivers in Andean mountains in Colombia: A case in rural Quindío. *Science of the Total Environment*, 634, 1288-1299. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.359>
- Restrepo, C., y Alviar, M. (2013). Optimal land use under environmental and economic approaches. *Revista Facultad de Ingeniería*, 4(69), 229-243.
- Ricoy, C. (2005). La teoría del crecimiento económico de Adam Smith. *Economía y desarrollo*, 1(138), 11-47.

- Rimal, B., Sharma, R., Kunwar, R., Keshtkar, H., Stork, N., Rijal, S., Rahman, S., y Baral, H. (2019). Effects of land use and land cover change on ecosystem services in the Koshi River Basin, Eastern Nepal. *Ecosystem services*, 38, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100963>
- Robinson, D., Brown, D., French, N., y Reed, B. (2013). Linking Land Use and the Carbon Cycle. *Advances in Integrated Science, Management, and Policy*, 4, 3-23. <http://doi.org/10.1017/CBO9780511894824.003>
- Rodríguez, A. (2011). *Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/5241/1/andresfeliperodriguezvasquez.2011.pdf>
- Rondot, P., y Collion, M. (2001). *Organizaciones de productores agrícolas: Su contribución al fortalecimiento de las capacidades rurales y reducción de la pobreza*. Banco Mundial.
- Rosero, M. (2017). *Análisis Multitemporal del Uso del Suelo y Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Tahuando y Proyección de Cambios al Año 2031, en el Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura* (tesis de maestría). Universidad Técnica de Norte, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7745>
- Rosete, F., Pérez, J., y Bocco, G. (2008). Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 67, 39-58.
- Roy, P., y Roy, A. (2010). Land Use and Land Cover Change: A Remote Sensing & GIS Perspective. *Journal of the Indian Institute of Science*, 90(4), 489-502.
- Rui, S., Leal, W., Miranda, U., y Pereira, M. (2018). Assessment of land use and land cover changes from 1979 to 2017 and biodiversity & land management approach in Quirimbas National Park, Northern Mozambique, Africa. *Global Ecology and Conservation*, 16, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00447>
- Rullan, O. (2011). La regulación del crecimiento urbanístico en el litoral mediterráneo español. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 43(168), 279-297.
- Ruuska, S., Hämäläinen, W., Kajava, S., Mughal, M., Matilainen, P., y Mononen, J. (2018). Evaluation of the confusion matrix method in the validation of an automated. *Behaviural Processes*, 148, 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.01.004>

- Saaty, T., y Vargas, L. (1997). *Decision Making with the Analytic Network Process*. RWS Publications.
- Saaty, T. (2012). *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a complex world*. Meervis Hall.
- Sacristán, F. (2006). La teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental. *Revista AquaTIC*, 24, 13-41.
- Salazar, J. (2015). *Factores del cambio de uso de suelo (1986-2010) en la cooperativa Pío Jaramillo Alvarado, Cantón Nangaritza, Provincia de Zamora Chinchipe: aportes para la gestión ambiental en regiones de alta biodiversidad* (tesis de pregrado). Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8776>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida, (2017). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades. [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL\\_OK.compressed1.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_OK.compressed1.pdf)
- Serneels, S., y Lambin, E. (2001). Proximate causes of land-use change in Narok District, Kenya: a spatial statistical model. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 85, 65-81. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00188-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00188-8)
- Siegler, R. (1994). Cognitive Variability: A Key to Understanding Cognitive Development. *Current Directions in Psychological Science*, 3(1), 1-5. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10769817>
- Silva, O. (2014). Conservación de Suelos y Agua (Manual de Prácticas): Conceptos y procedimientos para la evaluación y conservación de la cuenca del río Güey. *Agronomía*, 1-175. <http://doi.org/10.13140/2.1.3530.2086>
- Sonter, L., Johnson, J., Nicholson, C., Richardson, L., Ricketts, T., y Watson, K. (2017). Multi-site interactions: Understanding the offsite impacts of land use change on the use and supply of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 23,158-164. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.012>
- Stow, D. (2009). Geographic object-based image change analysis. En G. Fischer, & A. Manfred. Springer.
- Strauss, A., y Corbin, J. (1998). *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Technique*. Multivariate Statistics

- Susser, E., y Schwartz, S. (2005). Are social causes so different from all other causes? A comment on Sander Greenland. *Emerging Themes in Epidemiol*, 2(4). <https://doi.org/10.1186/1742-7622-2-4>
- Swaffield, S., y Airweather, J. (1996). Investigation of attitudes towards the effects of land use change using image editing and Q sort method. *Landscape and Urban Planning*, 33(4), 213-230. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00320-9](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00320-9)
- Tao, Y., Li, F., Wang, R., y Zhao, D. (2015). Effects of land use and cover change on terrestrial carbon stocks in urbanized areas: a study from Changzhou, China. *Journal of Cleaner Production*, 103, 651-657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.055>
- Temesgen, H., Nyssen, J., Zenebe, A., Haregeweyn, N., Kindu, M., Lemenih, M., y Haile, M. (2013). Ecological succession and land use changes in a lake retreat area (Main Ethiopian Rift Valley). *Journal of Arid Environments*, 91, 53-60. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.12.001>
- Tiria, L., Bonilla, J., y Bonilla, C. (2018). Transformación de las coberturas vegetales y uso del suelo en la llanura amazónica colombiana: el caso de Puerto Leguízamo, Putumayo (Colombia). *Cuadernos de geografía: Revista colombiana de geografía*, 27(2), 286-300. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v27n2.70441>.
- Tong, Q., & Qiu, F. (2020). Population growth and land development: Investigating the bi-directional interactions. *Ecological Economics*, 169, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106505>
- Toure, S. I., Stow, D. A., Shih, H., Weeks, J., y López-Carr, D. (2018). Land cover and land use change analysis using multi-spatial resolution data and object-based image analysis. *Remote Sensing of Environment*, 210, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.03.023>
- Trucíos, R., Rivera, M., Delgado, G., Estrada, J. y Cerano, J. (2013). Análisis sobre cambio de uso de suelo en dos escalas de trabajo. *Tierra Latinoamericana*, 31, 339-346.
- Turner, B., Meyer, W., y Skole D. (1994). Global Land-Use/Land-Cover Change: Towards an Integrated Study. *Ambio*, 23, 91-95.
- Turner, B., David, S., Steven, S., y Giinther F. (1995). Land-Use and Land-Cover Change: Science/Research Plan. *Stockholm and Geneva*, 68.

- Turner, B., Lambin, E., y Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *National Academy of Sciences*, 104(52), 20666-20671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104>
- Ullmann, F., Gerhartz, W., Yamamoto, Y., Campbell, F., Pfefferkorn, R., Rounsaville, J., y Ullmann, F. (2006). Soil, Definition, Function, and Utilization of Soil. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*. Weinheim, Federal Republic of Germany: VCH. 399-419. [https://doi.org/10.1002/14356007.b07\\_613.pub2](https://doi.org/10.1002/14356007.b07_613.pub2).
- Van der Werf, H., y Petit, J. (2002). Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93 (1), 131-145. [http://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00354-1](http://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00354-1)
- Vázquez, R., y García, R. (2017). Indicadores PER y FPEIR para el análisis de la sustentabilidad en el municipio de Cihuatlán, Jalisco, México. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 27, 1-26. <https://doi.org/10.20983/noesis.2018.3.1>
- Verburg, P., Crossman, N., Ellis, E., Heinimann, A., Hostert, P., Mertz, O., Nagendra, H., Sikor, T., Erb, K., Golubiewski, N., Grau, R., Grove, M., Konaté, S., Meyfroit, P., Parker, D., Chowdhury, R., Shibata, H., Thomson, A., y Zhen, L. (2015). Land system science and sustainable development of the earth system: a global land project perspective. *Anthropocene*, 12, 29-41. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.09.004>
- Wang, Y., y Hague, C. (1993). Territory Planning in China: Regional Approach A New. *Regional Studies*, 27(6), 561-573. <https://doi.org/10.1080/00343409312331347765>
- Wang, Y., Dai, E., Yin, L., y Ma, L. (2018). Land use/land cover change and the effects on ecosystem services in the Hengduan Mountain region, China. *Ecosystem Service*, 34, 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.09.008>
- Wanga, J., Heb, T., y Lin, Y. (2018). Changes in ecological, agricultural, and urban land space in 1984–2012 in China: Land policies and regional social-economical drivers. *Habitat International*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.10.010>
- Wani, S., y Garg, K. (2009). Watershed Management Concept and Principles. *Soil Resource Mapping*, 35(45), 15-29.

- Wolfslehner, B., y Vacik, H. (2008). Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework. *Journal of Environmental Management*, 88(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.027>
- Wolfslehner, B., Vacik, H., y Lexer, M. (2005). Application of the Analytic Network Process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207(1-2), 157–170. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.025>
- Wong, P. (2009). Ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial: retos para la gestión del desarrollo regional sustentable en el siglo XXI. *Estudios sociales*, 17, 11-39.
- Wu, J. (2008). Land Use Changes: Economic, Social, and Environmental Impacts. *Agricultural and Applied Economics Association*, 23(4), 6-10.
- Wyman, M., y Stein, T. (2010). Modeling social and land-use/land-cover change data to assess drivers of smallholder deforestation in Belize. *Applied Geography*, 30(3), 329-342. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.10.001>
- Xu, J., Zhang, Y., y Miao, D. (2019). Three-way confusion matrix for classification: A measure driven view. *Information sciences*, 507, 772-794. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.06.064>
- Yang, H., Xie, P., Ni, L., y Flower, R. (2012). Pollution in the Yangtze. *Science*, 337, 410-412. <https://doi.org/10.1126/science.337.6093.410-a>
- Zavala, R. (2012). *Estrategia de desarrollo territorial: Orientaciones metodológicas* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Especializada, México.
- Žgank, A., Horvat, B., & Kačič, Z. (2005). Data-driven generation of phonetic broad classes, based on phoneme confusion matrix similarity. *Speech Communication*, 11(2), 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2005.03.011>
- Zhang, K., y Wen, Z. (2008). Review and challenges of policies of environmental protection and sustainable development in China. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 1249-1261. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.06.019>
- Zhang, X., Ma, C., Zhan, S., y Chen, W. (2012). Evaluation and simulation for ecological risk based on emergy analysis and Pressure-State-Response Model in a coastal city, China. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 221-231. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.021>
- Zeleeke, G., y Hurni, H. (2001). Implications of Land Use and Land Cover Dynamics for Mountain Resource Degradation in the Northwestern Ethiopian Highlands.

*Mountain Research and Development*, 21(2), 184-191.

[https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2001\)021\[0184:IOLUAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2001)021[0184:IOLUAL]2.0.CO;2)

Zhao, M., Zeng, C., Liu, Z., y Wang, S. (2010). Effect of different land use/land cover on karst hydrogeochemistry: A paired catchment study of Chenqi and Dengzhanhe, Puding, Guizhou, SW China. *Journal of hydrology*, 388(1-2), 121-130.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.04.034>

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### ENTREVISTA A EXPERTOS NACIONALES

1. **¿Qué comprende usted por cambio de uso de suelo?**
2. **¿Según su criterio qué factores impulsarían el cambio de uso de suelo?**
  - **Demográficos**
    - Aumento poblacional
    - Migración
    - Otros \_\_\_\_\_
  - **Económicos**
    - Pobreza
    - Demanda del mercado por nuevos productos
    - Falta de productividad
    - Otros \_\_\_\_\_
  - **Institucionales**
    - Falta de Política Pública
    - Falta de Regulación
    - Propiedad Privada
    - Otros \_\_\_\_\_
  - **Tecnológicos**
    - Desarrollo de infraestructuras/vías
    - Otros \_\_\_\_\_
  - **Culturales**
    - Minifundio/Herencia
    - Patrones de Consumo
    - Otros \_\_\_\_\_
3. **¿Qué actividades considera usted que causa el cambio de uso de suelo?**
  - Apertura de vías
  - Colonización
  - Concesiones mineras
  - Expansión agrícola
  - Otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. **¿Identifique que actores económicos a nivel nacional propician el cambio de uso de suelo?**

- Industria Minera
- Industria Forestal
- Urbana/Inmobiliaria
- Ganadera/Pecuaria
- Agrícola
- Otros \_\_\_\_\_

5. **¿Identifique que actores económicos del norte del país en las provincias Carchi e Imbabura propician el cambio de uso de suelo?**

- Industria Minería
- Industria Forestal
- Urbana/Inmobiliaria
- Ganadera/Pecuaria
- Agrícola
- Otros \_\_\_\_\_

6. **Califique de 1 a 10 el impacto o influencia de esta actividad en el cambio de uso de suelo en Ecuador, considerando que 1 es bajo impacto y 10 alto impacto.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										

7. **Califique de 1 a 10, la el impacto influencia de esta actividad en el cambio de uso de suelo en el norte de Ecuador (provincias Imbabura y Carchi), tomando en cuenta que 1 es bajo impacto y 10 alto impacto.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										

8. **¿Según usted cuáles son los actores gubernamentales que regulan el cambio de cobertura y uso de suelo en el Ecuador?**
9. **¿Según usted cuáles son los actores gubernamentales que regulan el cambio de cobertura y uso de suelo en el norte Ecuador (provincias de Imbabura y Carchi)?**
10. **¿Qué otros factores considera usted que propician el cambio de uso de suelo?**
- Política Pública
  - Falta de control
  - Intereses económicos
  - Necesidades económicas
  - Otros \_\_\_\_\_
- 
11. **¿Está usted de acuerdo en que el bosque, páramo y vegetación arbustiva son las coberturas vegetales que tienen mayor contribución en la calidad ambiental del territorio?**
- Completamente en desacuerdo
  - Un poco en desacuerdo
  - Un poco de acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
  - No conoce
  - No opina
12. **¿Está usted de acuerdo en que las categorías: área sin vegetación y el área urbana propician una reducción en la calidad ambiental del territorio?**
- Completamente en desacuerdo
  - Un poco en desacuerdo
  - Un poco de acuerdo
  - Totalmente de acuerdo
  - No conoce
  - No opina
13. **¿Qué otra cobertura vegetal considera importante para mantener la calidad ambiental en el territorio?**
14. **¿Qué otra categoría considera que propicia una reducción en la calidad ambiental en el territorio?**

## ANEXO 2

### ENTREVISTA A ACTORES CLAVE

1. ¿Qué comprende usted por cambio de uso de suelo?
2. ¿Está usted de acuerdo en que los siguientes factores impulsarían el cambio de uso de suelo? / Pérdida de bosque y avance de la frontera agrícola

- **Demográficos**

- AUMENTO POBLACIONAL
- MIGRACIÓN
- EMIGRACIÓN
- Otros \_\_\_\_\_

- **Económicos**

- POBREZA
- INTERESES ECONÓMICOS
- Demanda del mercado
- Falta de productividad
- Otros \_\_\_\_\_

- **Institucionales**

- FALTA DE POLÍTICA PÚBLICA
- FALTA DE REGULACIÓN
- Propiedad privada
- Otros \_\_\_\_\_

- **Tecnológicos**

- DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURAS/VÍAS
- Otros \_\_\_\_\_

- **Culturales**

- MINIFUNDIO/HERENCIA
- Patrones de Consumo
- Otros \_\_\_\_\_

- **Otros** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Está usted de acuerdo que las siguientes actividades impulsan el cambio de uso de suelo?

- **URBANA/INMOBILIARIA**
- **COLONIZACIÓN**
- **CONCESIONES MINERAS**
- **EXPANSIÓN AGRÍCOLA**
- **Apertura de vías**
- **Otros** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Está usted de acuerdo que los siguientes actores económicos a nivel nacional propician el cambio de uso de suelo? /Pérdida de bosque y avance de la frontera agrícola

- MINERÍA
- FORESTAL
- URBANA/INMOBILIARIA
- GANADERA/PECUARIA
- AGRÍCOLA
- Otros \_\_\_\_\_

5. ¿Está usted de acuerdo que los siguientes actores económicos del norte del país (Carchi e Imbabura) propician el cambio de uso de suelo? /Pérdida de bosque y avance de la frontera agrícola

- INDUSTRIA MINERA
- URBANISTAS/INMOBILIARIOS
- GANADEROS/PECUARIOS
- AGRÍCOLAS
- Industria forestal
- Otro \_\_\_\_\_

6. Califique de 1 a 10, el impacto o influencia de esta actividad en el cambio de uso de suelo en el norte de Ecuador (provincias Imbabura y Carchi), tomando en cuenta que 1 es bajo impacto y 10 alto impacto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										
Ganadera/Pecuaria										
Agrícola										

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Minería									x	
Forestal								X		
Urbana/Inmobiliaria									x	
Ganadera/Pecuaria									x	
Agrícola									x	

7. Califique de 1 a 10 el impacto o influencia de esta actividad en el cambio de uso de suelo en la provincia Imbabura, considerando que 1 es bajo impacto y 10 alto impacto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>CANTÓN PIMAMPIRO</b>										
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										
Ganadera/Pecuaria										
Agrícola										
<b>CANTÓN IBARRA</b>										
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										
Ganadera/Pecuaria										
Agrícola										
<b>CANTÓN OTAVALO</b>										
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										
Ganadera/Pecuaria										
Agrícola										
<b>CANTÓN ANTONIO ANTE</b>										
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										
Ganadera/Pecuaria										
Agrícola										
<b>CANTÓN URCUQUÍ (EXCEPTO PARROQUIA BUENOS AIRES)</b>										
Minería										
Forestal										
Urbana/Inmobiliaria										

<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										

8. Califique de 1 a 10, la el impacto o influencia de esta actividad en el cambio de uso de suelo en la provincia de Carchi, tomando en cuenta que 1 es bajo impacto y 10 alto impacto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>CANTÓN BOLÍVAR</b>										
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										
<b>CANTÓN MONTUFAR</b>										
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										
<b>CANTÓN SAN PEDRO DE HUACA</b>										
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										
<b>CANTÓN ESPEJO</b>										
<b>Minería</b>										
<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										
<b>CANTÓN MIRA</b>										
<b>Minería</b>										

<b>Forestal</b>										
<b>Urbana/Inmobiliaria</b>										
<b>Ganadera/Pecuaria</b>										
<b>Agrícola</b>										

**9. ¿Está usted de acuerdo que los siguientes actores gubernamentales regulan el cambio de cobertura y uso de suelo en el Ecuador?**

- GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
- Otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**10. ¿Está usted de acuerdo que los siguientes actores regulan el cambio de cobertura y uso de suelo en las provincias de Imbabura y Carchi?**

- GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
- Otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**11. ¿Qué otros factores considera usted que propician el cambio de uso de suelo?**

- INTERESES ECONÓMICOS
- NECESIDADES ECONÓMICAS
- Política Pública
- Falta de control
- Factores legales (COOTAD y Ley de Tierras)
- Otros \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**12. ¿Está usted de acuerdo en que el bosque nativo, páramo y vegetación arbustiva son las coberturas vegetales que tienen mayor contribución en la calidad ambiental del territorio?**

- Completamente en desacuerdo
- Un poco en desacuerdo
- Un poco de acuerdo
- TOTALMENTE DE ACUERDO
- No sabe
- No opina

**13. ¿Está usted de acuerdo en que las categorías: área sin vegetación y el área urbana propician una reducción en la calidad ambiental del territorio?**

- Completamente en desacuerdo
- Un poco en desacuerdo

- Un poco de acuerdo
- TOTALMENTE DE ACUERDO
- No sabe
- No opina

**14. ¿Qué otra cobertura vegetal considera importante para mantener la calidad ambiental en el territorio? (BOSQUE NATIVO)**

**15. ¿Qué otra categoría considera que propicia una reducción en la calidad ambiental en el territorio? (ÁREAS EROSIONADAS)**

## ANEXO 3

### ENTREVISTAS POR COMUNIDADES

#### Objetivos:

- Conocer la frecuencia y tipo de labranza en la comunidad
- Identificar las causas de los cambios de cobertura vegetal en la comunidad

**1. Señale los 3 principales productos agrícolas que se producen en su comunidad**

**2. ¿Cada que tiempo se realiza labranza (arado) en los terrenos de su comunidad?**

- 1 a 2 veces por semana
- 2 o más veces al mes
- 1 vez al mes
- 1 vez cada 6 meses
- 1 vez al año

**3. ¿Con qué frecuencia se realiza labranza (arado) en los terrenos de su comunidad?**

- 1 a 2 veces por semana
- 2 o más veces al mes
- 1 vez al mes
- 1 vez cada 6 meses
- 1 vez al año

**4. ¿Cuándo fue la última vez que se realizó labranza (arado) en los terrenos de su comunidad? (En promedio)**

Reciente (Hace semanas o días): \_\_\_\_\_

Un año: \_\_\_\_\_

Dos años: \_\_\_\_\_

Cuatro Años: \_\_\_\_\_

Seis Años: \_\_\_\_\_

Más de seis años: \_\_\_\_\_

**5. ¿Qué actividad agrícola realiza para evitar la degradación del suelo y el aumento de plagas?**

**6. ¿Existen tierras sin cultivarse dentro de la comunidad?**

SI  NO

Podría especificar el sector \_\_\_\_\_ -

(Identificar sector en lo posible con coordenadas y fotografías)

7. En promedio ¿hace cuánto tiempo no se han cultivado las tierras que se encuentran dentro de la comunidad?

8. En una escala de 1 10 ¿cuál cambio ha sido más significativo en su comunidad?  
(1 valor mínimo, 10 valor máximo)

Pérdida de bosque	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Aumento de cultivos y pastos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Aumento de áreas urbanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

9. ¿Por qué piensa usted que se produce la pérdida de bosque dentro de su comunidad? Especifique cual sería la razón principal

10. ¿Cuáles factores considera usted que producen la pérdida de bosque dentro de su comunidad? Identifique el factor principal

### DEMOGRÁFICOS

Aumento poblacional  
Migración  
Emigración  
Otros \_\_\_\_\_

10.1. Considera que en el futuro este impacto demográfico

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### ECONÓMICOS

Pobreza  
Intereses económicos  
Demanda del Mercado  
Falta de Productividad  
Otros.....

10.2. Considera que en el futuro este impacto económico

- Aumentará

- Disminuirá
- Seguirá igual

**10.3. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### INSTITUCIONALES

Falta de Política Pública

Falta de Regulación

Otros.....

**10.4. Considera que en el futuro este impacto institucional**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**10.5. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### TECNOLÓGICOS

Desarrollo de Infraestructura/Vías

Otros.....

**10.6. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**10.7. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### CULTURALES

Minifundio/Herencia

Latifundio

Otros\_\_\_\_\_

**10.8. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**10.9. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**11. ¿Por qué cree usted que aumenta los cultivos y pastos en su comunidad?**

**12. ¿Cuáles son los factores que propician el aumento de cultivos y pastos en su comunidad? Señale los principales**

### DEMOGRÁFICOS

Aumento poblacional

Migración

Emigración

Otros.....

**12.1. Considera que en el futuro este impacto demográfico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**12.2. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### ECONÓMICOS

Pobreza

Intereses económicos

Demanda del Mercado

Falta de Productividad

Otros.....

**12.3. Considera que en el futuro este impacto económico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**12.4. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará

- Disminuirá
- Seguirá igual

## INSTITUCIONALES

Falta de Política Pública

Falta de Regulación

Otros.....

**12.5. Considera que en el futuro este impacto institucional**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**12.6. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## TECNOLÓGICOS

Desarrollo de Infraestructura/Vías

Otros.....

**12.7. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**12.8. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## CULTURALES

Minifundio/Herencia

Patrones de Consumo

Otros.....

**12.9. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**12.10. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**13. ¿Por qué cree usted que aumenta las zonas urbanas en su comunidad?**

**14. ¿Cuáles son los factores que propician las zonas urbanas en su comunidad?  
Señale los principales**

### **DEMOGRÁFICOS**

Aumento poblacional

Migración

Emigración

Otros \_\_\_\_\_

**14.1. Considera que en el futuro este impacto demográfico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**14.2. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### **ECONÓMICOS:**

Pobreza

Intereses económicos

Demanda del Mercado

Falta de Productividad

Otros.....

**14.3. Considera que en el futuro este impacto económico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

**14.4. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## INSTITUCIONALES

Falta de Política Pública

Falta de Regulación

Otros.....

### **14.5. Considera que en el futuro este impacto institucional**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### **14.6. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## TECNOLÓGICOS

Desarrollo de Infraestructura/Vías

Otros.....

### **14.7. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### **14.8. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## CULTURALES

Minifundio/Herencia

Patrones de Consumo

Otros.....

### **14.9. Considera que en el futuro este impacto tecnológico**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

### **14.10. Del factor identificado, ¿Qué impacto considera usted que este produce en la pérdida de bosque?**

- Aumentará
- Disminuirá
- Seguirá igual

## ANEXO 4

### ENTREVISTAS A GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS

1. ¿Qué comprende usted por cambio de uso de suelo?
2. En una escala del 1 al 10. Califique el impacto de los actores económicos en el cambio de uso de suelo. /Pérdida de bosque y avance de la frontera agrícola

Agricultores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ganaderos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mineros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Forestales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Urbanistas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. En una escala del 1 al 10 ¿Cual cambio ha sido más significativo en su cantón?

Perdida de Bosque	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aumento de cultivos y pastos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aumento de áreas urbanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Qué eventos sociales, naturales o políticos han impulsado la expansión de las siguientes actividades económicas en su cantón

Agrícolas  
Urbanas  
Mineras  
Ganaderas  
Forestales

Qué efectos se han manifestado en el territorio producto de la expansión de las siguientes actividades económicas en su cantón

**Agrícolas**  
**Urbanas**  
**Mineras**  
**Ganaderas**  
**Forestales**

**4. ¿Qué factores impulsarían el cambio de uso de suelo? / Pérdida de bosque y avance de la frontera agrícola**

- **Demográficos**
  - Aumento poblacional
  - Migración
  - Otros \_\_\_\_\_
- **Económicos**
  - Pobreza
  - Demanda del mercado por nuevos productos
  - Falta de productividad
  - Otros \_\_\_\_\_
- **Institucionales**
  - Falta de Política Pública
  - Falta de Regulación
  - Propiedad Privada
  - Otros \_\_\_\_\_
- **Tecnológicos**
  - Desarrollo de infraestructuras/vías
  - Otros \_\_\_\_\_
- **Culturales**
  - Minifundio/Herencia
  - Patrones de Consumo
  - Otros \_\_\_\_\_
- **Otros** \_\_\_\_\_

**5. ¿Qué actividades se realiza en su cantón para regular el cambio de uso de suelo?**

**6. ¿Qué reglamentos se aplican en su cantón para el control del cambio de uso de suelo?**

- Constitución del Ecuador
- COA
- COOTAD
- Ley de tierras
- Ordenanzas municipales
- OTROS

**7. ¿Qué programas se está ejecutando para prevenir la disminución de cobertura vegetal natural en su cantón?**

**8. ¿Qué programas se está ejecutando para prevenir el incremento de la frontera agrícola y ganadera en su cantón?**

**9. ¿Está usted de acuerdo en que el bosque, páramo y vegetación arbustiva son las coberturas vegetales que tienen mayor contribución en la calidad ambiental del territorio?**

- Completamente en desacuerdo
- Un poco en desacuerdo
- Un poco de acuerdo
- Totalmente de acuerdo
- No sabe
- No opina

**10. ¿Está usted de acuerdo en que las categorías: área sin vegetación y el área urbana propician una reducción en la calidad ambiental del territorio?**

- Completamente en desacuerdo
- Un poco en desacuerdo
- Un poco de acuerdo
- Totalmente de acuerdo
- No sabe
- No opina

**11. ¿Qué otra cobertura vegetal considera importante para mantener la calidad ambiental en el territorio?**

**12. ¿Qué otra categoría considera que propicia una reducción en la calidad ambiental en el territorio?**

## ANEXO 5

### ENTREVISTA POR SECTOR ECONÓMICO

**15. Por favor, señale que actividad impulsa el crecimiento económico de su actividad económica**

- a) Demanda de recursos forestales maderables a nivel nacional e internacional
- b) Demanda de recursos forestales no maderables a nivel nacional e internacional
- c) Demanda de recursos mineros metálicos como insumos para la industria
- d) Demanda de lácteos a nivel nacional
- e) Aumento de espacios para pastoreo de ganado
- f) Demanda de conjunto habitacionales por la población
- g) Demanda de productos agrícolas en los mercados de la ciudad
- h) Otros.... especifique

**16. En una escala del 1 al 10 ¿Califique el impulso que ha dado la actividad señalada en el crecimiento económico de su sector? Siendo 1 bajo impulso y 10 Alto impulso.**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**17. Cuáles son los factores sociales, naturales o políticos han impulsado la expansión de las actividades económicas en el sector al que representa**

	Factor Social Ejemplo (crecimiento poblacional)	Factor Político Ejemplo (Política Pública)	Factor Natural Ejemplo Incendios forestales	Factor Económico (aumento de demanda)
<b>Agrícolas</b>				
<b>Urbanas</b>				
<b>Mineras</b>				
<b>Ganaderas</b>				
<b>Forestales</b>				

**18. De los factores antes mencionados cual es el factor más importante o significativo**

**19. Por favor señale ¿cuáles son los impactos actuales y futuros de la expansión de las actividades económicas en el sector al que representa?**

El desarrollo de las actividades (mineras)..... en la actualidad que impacto están ocasionado

▪ **Demográficos**

- Aumento poblacional
- Migración
- Otros \_\_\_\_\_

Por favor, califique el impacto actual

<b>Impacto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
----------------	-------------	--------------	-------------

Por favor califique el impacto futuro

<b>Impacto</b>	<b>Aumentará</b>	<b>Se mantendrá</b>	<b>Disminuirá</b>
----------------	------------------	---------------------	-------------------

▪ **Económicos**

- Pobreza
- Demanda del mercado por nuevos productos
- Falta de productividad
- Otros \_\_\_\_\_

Por favor, califique el impacto actual

<b>Impacto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
----------------	-------------	--------------	-------------

Por favor califique el impacto futuro

<b>Impacto</b>	<b>Aumentará</b>	<b>Se mantendrá</b>	<b>Disminuirá</b>
----------------	------------------	---------------------	-------------------

▪ **Institucionales**

- Falta de Política Pública
- Falta de Regulación
- Propiedad Privada
- Otros \_\_\_\_\_

Por favor, califique el impacto actual

<b>Impacto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
----------------	-------------	--------------	-------------

Por favor califique el impacto futuro

<b>Impacto</b>	<b>Aumentará</b>	<b>Se mantendrá</b>	<b>Disminuirá</b>
----------------	------------------	---------------------	-------------------

- **Tecnológicos**

- Desarrollo de infraestructuras/vías
- Otros \_\_\_\_\_

Por favor, califique el impacto actual

<b>Impacto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
----------------	-------------	--------------	-------------

Por favor califique el impacto futuro

<b>Impacto</b>	<b>Aumentará</b>	<b>Se mantendrá</b>	<b>Disminuirá</b>
----------------	------------------	---------------------	-------------------

- **Culturales**

- Minifundio/Herencia
- Patrones de Consumo
- Otros \_\_\_\_\_

Por favor, califique el impacto actual

<b>Impacto</b>	<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
----------------	-------------	--------------	-------------

Por favor califique el impacto futuro

<b>Impacto</b>	<b>Aumentará</b>	<b>Se mantendrá</b>	<b>Disminuirá</b>
----------------	------------------	---------------------	-------------------

